

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-148489

(43)Date of publication of application : 22.05.2002

(51)Int.Cl. G02B 6/42

G02F 1/35

H01S 3/094

H01S 3/30

H01S 5/022

H01S 5/024

H01S 5/14

(21)Application number : 2000-339342 (71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 07.11.2000 (72)Inventor : IRIE YUICHIRO
MIYOKAWA JUN
AIKIYO TAKESHI

(54) SEMICONDUCTOR LASER MODULE AND RAMAN AMPLIFIER USING THE SEMICONDUCTOR LASER MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser module which has a high output, small noise, excellent wavelength stability and high reliability independently of the change of an environmental temperature in use.

SOLUTION: A thermo-module 25 having a base side plate material 17, a bottom plate

side plate material 18 and a Peltier element 19 is mounted on the bottom plate 26 of a package 27, a base 2 is mounted thereon, and a laser diode 1, a first optical fiber 4 which feeds back a laser beam exited from the laser diode 1 to the laser diode 1 and fixing means 6 and 7 which support the first optical fiber 4 at two-point positions in the longitudinal direction are mounted thereon. The base 2 is formed of a laser diode mounting member 8 coming into contact with the surface of the thermo-module 25 and a fixing means mounting member 5 provided thereon. The laser diode mounting member 8 is formed of material having a coefficient of linear expansion within the range between the coefficient of linear expansion of the fixing means mounting member 5 and the coefficient of linear expansion of the base side plate material 17 of the thermo-module 25.

LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. It is the semiconductor laser module with which opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said 1st optical fiber is a semiconductor laser module characterized by being fixed to said base by the fixed means in two or more point location which minded [optical fiber] spacing after having been supported by the optical fiber support means.

[Claim 2] A fixed means by which it is located in the side nearest to a laser diode among the fixed means formed in two or more point location which minded [of the 1st optical fiber] spacing, respectively is a semiconductor laser module according to claim 1 characterized by being formed of the integral part equipped with the pinching section in which the both-sides section pinches said 1st optical fiber from **.

[Claim 3] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is carried on the thermostat module. At least Said thermostat module, It has the package which holds said base, said laser diode, said 1st optical fiber, and said fixed means, and said thermostat module is carried in the bottom plate of this package. This thermostat module Base side plate material, It is the semiconductor laser module which has bottom plate side plate material and the Peltier device by which ** arrival is carried out to these plates. The laser diode loading member in which said base is contacted on said thermostat module, is arranged, and said laser diode is carried, Have the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of this laser diode loading member, and said fixed means is carried, and it is constituted. Said laser diode loading member is a semiconductor laser module characterized by being formed of the quality of the material which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of said

fixed means loading member, and the coefficient of linear expansion of the base side plate material of said thermostat module.

[Claim 4] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode; and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is carried on the thermostat module. At least Said thermostat module, It has the package which holds said base, said laser diode, said 1st optical fiber, and said fixed means. The laser diode loading member in which it is the semiconductor laser module with which said thermostat module is carried in the bottom plate of this package, and said base is contacted on said thermostat module, is arranged, and said laser diode is carried, Have the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of this laser diode loading member, and said fixed means is carried, and it is constituted. The bottom plate of said package is a semiconductor laser module characterized by being formed with the quality of the material which has the laser diode loading member of said base, and the coefficient of linear expansion of abbreviation identitas.

[Claim 5] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. After having been supported by the optical fiber support means, the both-sides section is pinched from ** by the fixed means, and said 1st optical fiber is being fixed to said base. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. The 1st laser-welding section which the fixed means loading section which carries said fixed means is formed in said base, and comes to carry out laser welding of this fixed means loading section and said fixed means, the 2nd laser-welding section which comes to carry out laser welding of said fixed means and said optical fiber support means -- said package bottom plate -- receiving -- the height of a perpendicular direction --

abbreviation — the semiconductor laser module characterized by being formed in the same height.

[Claim 6] A fixed means is the semiconductor laser module of any one publication of claim 3 characterized by having accomplished with the mode fixed in two or more point location which were prepared and minded [optical fiber] spacing mutually based on the 1st optical fiber thru/or claim 5. [two or more]

[Claim 7] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. said base -- the flank of said 1st optical fiber -- the semiconductor laser module characterized by establishing a bending prevention means to prevent bending of said base along with a part of optical fiber longitudinal direction [at least] of one side even if few.

[Claim 8] the flank of the axis section which connects the light-receiving edge of a laser beam [in / in a bending prevention means / the laser beam outgoing radiation end face and the 1st optical fiber by the side of the end of a laser diode] -- the semiconductor laser module according to claim 7 characterized by being prepared in one side even if few.

[Claim 9] the flank of a fixed means which has accomplished with the mode fixed to the base in support of the 1st optical fiber in the location which two or more fixed means were established and minded [of the 1st optical fiber] spacing mutually, and is located in a side with the bending prevention means nearest to a laser diode -- the semiconductor laser module according to claim 7 or 8 characterized by being prepared in one side even if few.

[Claim 10] The base is the semiconductor laser module of any one publication of claim 7 characterized by having the fixed means loading member in which a fixed means is carried, and the laser diode loading member which contacts a thermostat module side while carrying a laser diode, having been constituted, having bent with said fixed means loading member, and really forming a prevention means by the member thru/or claim 9.

[Claim 11] A bending prevention means is the semiconductor laser module of any one publication of claim 7 characterized by forming in the longitudinal direction of the 1st optical fiber the wall set up by the bottom at least, and consisting of the pars basilaris

occipitalis of a fixed means loading member thru/or claim 10.

[Claim 12] At least one of the fixed means loading member of the base or the fixed means loading section, a fixed means, and the bending prevention means is the semiconductor laser module of any one publication of claim 3 characterized by being formed with the Fe-nickel-Co alloy thru/or claim 11.

[Claim 13] On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which is supported by the optical fiber support means, has the diffraction grating which reflects the light of said setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. In each part, pinching immobilization of the edge of the side near said laser diode of an optical fiber support means and the edge of a side far from a laser diode is carried out from both sides by the fixed means in the condition of having aligned said the 1st optical fiber and said laser diode. A fixed means to fix the edge of a side far from the laser diode of said optical fiber support means consists of a pair of fixing component. This fixing component of a pair of is a semiconductor laser module characterized by being fixed to said base where an optical fiber support means is inserted from both sides, and carrying out laser-welding immobilization of this fixing component and the optical fiber support means.

[Claim 14] The semiconductor laser module according to claim 13 with which the fixing component which the guide section was prepared on the base through an optical fiber support means and spacing, and was guided to this guide section is characterized by carrying out alligator arrangement and fixing the both-sides section of an optical fiber support means to said guide section in the edge of a side far from the laser diode of an optical fiber support means.

[Claim 15] The base is the semiconductor laser module of any one publication of claim 1 characterized by being projected and prepared in the optical fiber longitudinal direction from the 1st optical fiber loading side edge section in a thermostat module thru/or claim 14.

[Claim 16] It is the semiconductor-laser module according to claim 15 carry out that the base has the laser-diode loading member in which it is arranged on a thermostat module and a laser diode is carried, and the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser-diode loading field of this laser-diode loading member, and a fixed means is carried, and is constituted, and project and said fixed means loading member is prepared in an optical fiber longitudinal direction rather

than the 1st optical fiber loading side edge section in said laser-diode loading member as the description.

[Claim 17] It is the semiconductor laser module according to claim 16 which the laser diode loading member has the reinforcement section which reinforces mechanically a fixed means by which it is located in the side nearest to a laser diode, and is characterized by the inferior surface of tongue of this reinforcement section not touching a thermostat module.

[Claim 18] The laser diode of the 1st optical fiber and the end face of the opposite side are the semiconductor laser module of any one publication of claim 1 characterized by being aslant formed to the optical axis of said 1st optical fiber thru/or claim 17.

[Claim 19] The semiconductor laser module of any one publication of claim 1 characterized by preparing the condenser lens which condenses the light by which outgoing radiation is carried out from said laser diode to the tip side of the 2nd optical fiber between the laser diode end faces which counter the 2nd optical fiber and this 2nd optical fiber thru/or claim 18.

[Claim 20] The semiconductor laser module according to claim 19 characterized by preparing the collimate lens between the laser diode end faces and condenser lenses which counter the 2nd optical fiber.

[Claim 21] The semiconductor laser module according to claim 19 characterized by preparing the collimate lens through this condenser lens and spacing between the laser diode end faces and condenser lenses which counter the 2nd optical fiber, and forming the isolator between this collimate lens and said condenser lens.

[Claim 22] The semiconductor laser module according to claim 19, 20, or 21 characterized by forming the light transmission plate in the incidence side of a condenser lens, and arranging this light transmission plate aslant to the optical axis of said condenser lens.

[Claim 23] The semiconductor laser module of any one publication of claim 1 characterized by forming the fiber lens in the tip side of the 2nd optical fiber, and carrying out opposite arrangement of the laser beam outgoing radiation end face of a laser diode the tip side of this fiber lens thru/or claim 22.

[Claim 24] Raman amplifier using the semiconductor laser module of any one publication of claim 1 thru/or claim 23 as the excitation light source.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the semiconductor laser module used for the optical-communication field, and the Raman amplifier using the semiconductor laser module.

[0002]

[Description of the Prior Art] It is in the inclination for communication link amount of information to increase by leaps and bounds, by development of an information society, and with increase-izing of such information, wavelength multiplex transmission (WDM transmission) was widely accepted in the communication link field, and, now, has entered the time of wavelength multiplex transmission. Since wavelength multiplexing optical transmission can transmit the light of two or more wavelength with one optical fiber, it is an optical transmission method suitable for a mass high-speed communication link, and examination of current and this transmission technique is performed briskly.

[0003] Although it is examining performing wavelength multiplex transmission with wavelength the band of 1.55 micrometers which is the gain band of current and an erbium dope fiber (EDF) mold optical amplifier, in order to enable it to perform the band of wavelength multiplex transmission further in a broadband, the expectation for the Raman magnification is growing.

[0004] The Raman magnification is the magnification approach of a lightwave signal of having used the phenomenon in which the signal light was amplified, when incidence of the light (excitation light) strong against an optical fiber is carried out and incidence of the signal light of a wavelength region which has the above-mentioned gain is carried out to the optical fiber in the condition of about 100nm of gain having appeared in the long wavelength side, and having been excited in this way by stimulated Raman scattering from excitation light wave length.

[0005] Therefore, in the Raman magnification, even if it does not use EDF as a magnification medium, an established optical fiber can be used as a magnification medium, and magnification gain can be acquired in the wavelength of arbitration. For this reason, the number of channels of the signal light in wavelength multiplex transmission can be made to increase by using the Raman magnification.

[0006] However, the Raman gain is as small as about 3dB in a 100mW excitation light input, when the optical fiber for a communication link (existing [usual]) is used. For this reason, two or more Raman amplifier is formed, it is necessary to obtain a strong excitation light by multiplexing magnification with these amplifier, and it being total and considering as about [500mW-1W] excitation light by multiplexing, generally, is examined.

[0007] Moreover, in the Raman magnification (especially front excitation), since the process in which magnification takes place happens early, if pump light reinforcement is swinging, the Raman gain will swing and this will come out as fluctuation of signal light reinforcement as it is. For this reason, it becomes important to make the noise of

excitation light small.

[0008] Therefore, in order to apply the Raman magnification to wavelength multiplex transmission, a noise is small in the excitation light source of the Raman amplifier, and development of the semiconductor laser module for the excitation light sources which has high power 300mW or more, needs to consider as the light source with still better wavelength stability, and has such a property is very important.

[0009] By the way, a semiconductor laser module is the device which combined optically the laser beam from semiconductor laser (laser diode) with the optical fiber by the side of optical transmission, only as the above excitation light sources, it is applied also as the signal light light source, and the thing also with the various configurations is proposed. As an example of a semiconductor laser module, in order to make wavelength stability good, the semiconductor laser module for the signal light light sources which used the fiber grating technique is shown in drawing 16 .

[0010] The semiconductor laser module of this proposal is proposed by provisional publication of a patent No. 208869 [2000 to], and the base 2 is carried in this drawing on the thermostat module 25 prepared in the package 27. Moreover, loading immobilization of the laser diode 1 is carried out through the heat sink 22 on the LD bonding area 21 of this base top 2.

[0011] On said base 2, the 1st optical fiber 4 by which optical coupling is carried out to said laser diode 1 is carried, and the 1st optical fiber 4 turns to the end 31 side of a laser diode 1 the tip side of the fiber lens 14 formed in the tip side, and is arranged. The 1st optical fiber 4 is in the condition supported by the metal sleeve 3, and laser-welding immobilization is carried out by the fixed part 62 at the fixed arm 63 which projects to said base 2 up side.

[0012] In addition, since the heat conductivity is low and it is necessary to make the base 2 into the metal which is rich in laser-welding nature and, and a sleeve 3 and the base 2 are fixed by laser welding as mentioned above and the 1st optical fiber 4 is carried on the base 2, as for the quality of the material of the base 2, it is desirable that the textile-glass-yarn ingredient and coefficient of linear expansion which form the 1st optical fiber 4 are the near quality of the material. Therefore, as for the base 2, in the conventional semiconductor laser module, it is common to be formed of the covar (trademark) which is a Fe-nickel-Co alloy.

[0013] Said 1st optical fiber 4 has the grating 12 as a diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and the 1st optical fiber 4 received the light by which outgoing radiation is carried out from the end 31 side of said laser diode 1 through the fiber lens 14, and it has accomplished it with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode 1 among this light that received light.

[0014] Moreover, opposite arrangement of the monitor photodiode 9 is carried out at the back end side of the 1st optical fiber 4, and the monitor photodiode 9 is being fixed to the monitor photodiode fixed part 39 fixed in the package 27. The monitor

photodiode 9 carries out the monitor of the output of a laser diode 1 by receiving the laser beam which penetrated the 1st optical fiber 4.

[0015] Opposite arrangement of the 2nd optical fiber 13 which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end 30 side of this laser diode 1 to the other end 30 side of said laser diode 1 is carried out through spacing. Insertion immobilization of the connection end-face side of the 2nd optical fiber 13 is carried out at the ferrule 59, and the ferrule 59 is being fixed to the back end side of a package 27.

[0016] Between the other end 30 of a laser diode 1, and the 2nd optical fiber 13, sequentially from the laser diode 1 side, the collimate lens 51, the light transmission plate 55, and the condenser lens 57 of each other are arranged through spacing, a collimate lens 51 is fixed to said base 2, it is fixed to a lens holder 56 and the condenser lens 57 is being fixed to the package 27.

[0017] In addition, in the above conventional semiconductor laser modules, said thermostat module 25 is carried on the bottom plate 26 of said package 27, and the bottom plate 26 of a package 27 is usually formed of CuW20 (for Cu, 20% and W are [a weight ratio] 80%) of a Cu-W alloy etc. Moreover, as shown in (a) of drawing 17, the thermostat module 25 has the base side plate material 17, the bottom plate side plate material 18, and Peltier device 19 by which ** arrival is carried out to these plates 17 and 18, and both the base side plate material 17 and bottom plate side plate material 18 of the thermostat module 25 are usually formed of aluminum 2O3.

[0018] In the above-mentioned semiconductor laser module, it all aligns the 1st optical fiber 4 and 2nd optical fiber 13 with the laser diode 1. And receiving the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the end 31 side of a laser diode 1 with the 1st optical fiber 4, and returning the light of said setting wavelength to a laser diode 1, the outgoing radiation light from the other end 30 side of a laser diode 1 is received with the 2nd optical fiber 13, the inside of the 2nd optical fiber 13 is transmitted, and a desired application is presented.

[0019] In addition, if it is the configuration which performs a laser beam oscillation, returning the light of setting wavelength from the end 31 side of a laser diode 1 to a laser diode 1 as mentioned above among the laser beams by which outgoing radiation was carried out, since spacing of the tip of the 1st optical fiber 4 and a laser diode 1 can be made small, RIN (Relative Intensity Noise) of a semiconductor laser module can be made small.

[0020] Moreover, in a semiconductor laser module, since a laser diode 1 is driven, if a current is passed, the temperature of a laser diode 1 will rise by generation of heat. Since this temperature rise becomes the oscillation wavelength of a laser diode 1, and the cause which causes change of an optical output, at the time of use of a semiconductor laser module, the temperature of a laser diode 1 is measured with the thermistor (not shown) fixed near the laser diode 1, the thermostat module 25 is

operated based on this measured value, and control which keeps the temperature of a laser diode 1 constant is performed by controlling the current passed to the thermostat module 25.

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the semiconductor laser module of the above-mentioned configuration, the outgoing radiation light from a laser diode 1 is received with the 1st optical fiber 4, and since it is the configuration of reflecting the light of setting wavelength by the grating 12 among this light, and making it returning to a laser diode 1, if the location gap to the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4 arises, the optical coupling effectiveness of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 will fall greatly.

[0022] However, since the above-mentioned conventional semiconductor laser module was a configuration which carries out pinching immobilization of the 1st optical fiber 4 by the fixed part 62 in the location of one point of the longitudinal direction, it had the problem of it having been difficult to carry out alignment immobilization of the 1st optical fiber 4 appropriately, and being easy to produce the location gap to the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4.

[0023] Moreover, the above conventional semiconductor laser modules Usually, form the base 2 by covar and the base side plate material 17 of a thermostat module is formed by aluminum 2O3. Since both coefficient of linear expansion differs greatly, it follows on actuation of the thermostat module 25 at the time of semiconductor laser module use. As shown in (b) of drawing 17 , the base 2 bent, the location of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 shifted from the alignment location, and the problem that the optical coupling effectiveness of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 will fall arose.

[0024] Moreover, also when it is left under 75-85-degree C hot environments, without using a semiconductor laser module, [for example,] The base 2 bends similarly by the difference in the coefficient of linear expansion of the above-mentioned base 2 and the base side plate material 17 of the thermostat module 25. When the optical coupling of a laser diode 1 and the fiber 4 of **** 1 shifted and it was going to use a semiconductor laser module, there was also a problem that it will mean that the gap of optical coupling remained with as, without returning to the original condition completely.

[0025] Especially, in the conventional semiconductor laser module, the fixed part 62 of a sleeve 3 was the tip side of the fixed arm 63 projected and formed in the base 2 bottom, since the height of the direction of Y of drawing was formed in the high location, when bending of the base 2 arose, the sleeve 3 carried out the location gap greatly, and the rate of decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 was large [the fixed part].

[0026] And as mentioned above, when the optical coupling effectiveness of a laser

diode 1 and the 1st optical fiber 4 fell according to the operating environment temperature change at the time of use of a semiconductor laser module, and neglect, it was difficult to have made the light by which wavelength was stabilized in high power from the semiconductor laser module by the luminous intensity which receives light with the 1st optical fiber 4, and returns to a laser diode 1 becoming small output and transmit.

[0027] Therefore, when it was going to apply the configuration of the above-mentioned conventional semiconductor laser module as for example, the signal light source or the excitation light source for said Raman magnification, the required output by which wavelength was stabilized could not be obtained but construction of a wavelength multiplex transmission system etc. was difficult.

[0028] Accomplishing this invention in order to solve the above-mentioned conventional technical problem, the optical fiber which returns the light of setting wavelength to a laser diode in response to the laser beam from a laser diode and this laser diode is not twisted to a temperature change, but the 1st purpose is highly precise and is to offer a semiconductor laser module with the high dependability which can carry out optical coupling. Moreover, by using the above semiconductor laser modules, the 2nd purpose of this invention has a small noise, and it is to offer the suitable Raman amplifier for the wavelength multiplex transmission which has the excitation light source with good wavelength stability by high power.

[0029]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention has the following configurations and makes them The means for solving a technical problem. Namely, the semiconductor laser module of the 1st invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. It is the semiconductor laser module with which opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said 1st optical fiber is made into a means to solve a technical problem with the configuration currently fixed to said base by the fixed means in two or more point location which minded [optical fiber] spacing after having been supported by the optical fiber support means.

[0030] Moreover, a fixed means are located in a side with the semiconductor-laser module of the 2nd invention nearest to a laser diode among the fixed means which were formed in two or more point location which minded [of said 1st optical fiber]

spacing, respectively in addition to the configuration of invention of the above 1st is making into a means solve a technical problem with the configuration currently formed of the integral part equipped with the pinching section in which the both-sides section pinches said 1st optical fiber from **.

[0031] Furthermore, the semiconductor laser module of the 3rd invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is carried on the thermostat module. At least Said thermostat module, It has the package which holds said base, said laser diode, said 1st optical fiber, and said fixed means, and said thermostat module is carried in the bottom plate of this package. This thermostat module Base side plate material, It is the semiconductor laser module which has bottom plate side plate material and the Peltier device by which ** arrival is carried out to these plates. The laser diode loading member in which said base is contacted on said thermostat module, is arranged, and said laser diode is carried, Have the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of this laser diode loading member, and said fixed means is carried, and it is constituted. Said laser diode loading member is made into a means to solve a technical problem with the configuration currently formed of the quality of the material which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of said fixed means loading member, and the coefficient of linear expansion of the base side plate material of said thermostat module.

[0032] Furthermore, the semiconductor laser module of the 4th invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is carried on the thermostat module. At least Said

thermostat module, It has the package which holds said base, said laser diode, said 1st optical fiber, and said fixed means. The laser diode loading member in which it is the semiconductor laser module with which said thermostat module is carried in the bottom plate of this package, and said base is contacted on said thermostat module, is arranged, and said laser diode is carried, Have the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of this laser diode loading member, and said fixed means is carried, and it is constituted. The bottom plate of said package is made into a means to solve a technical problem with the configuration currently formed with the quality of the material which has the laser diode loading member of said base, and the coefficient of linear expansion of abbreviation identitas.

[0033] Furthermore, the semiconductor laser module of the 5th invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. After having been supported by the optical fiber support means, the both-sides section is pinched from ** by the fixed means, and said 1st optical fiber is being fixed to said base. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. The 1st laser-welding section which the fixed means loading section which carries said fixed means is formed in said base, and comes to carry out laser welding of this fixed means loading section and said fixed means, the 2nd laser-welding section which comes to carry out laser welding of said fixed means and said optical fiber support means — said package bottom plate — receiving — the height of a perpendicular direction — abbreviation — it is considering as a means to solve a technical problem with the configuration currently formed in the same height.

[0034] Furthermore, in addition to the configuration of the above 3rd thru/or any 5th one invention, the semiconductor laser module of the 6th invention makes said fixed means a means to solve a technical problem with the mode fixed based on the 1st optical fiber, and the accomplished configuration in two or more point location which were prepared and minded [optical fiber] spacing mutually. [two or more]

[0035] Furthermore, the semiconductor laser module of the 7th invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is being fixed to said base by the

fixed means. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which has the diffraction grating which reflects the light of setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. said base — the flank of said 1st optical fiber — even if few, along with a part of optical fiber longitudinal direction [at least] of one side, it is considering as a means to solve a technical problem with the configuration in which a bending prevention means to prevent bending of said base is formed.

[0036] furthermore, the flank of the axis section to which the semiconductor laser module of the 8th invention connects the light-receiving edge of a laser beam [in / in said bending prevention means / the laser beam outgoing radiation end face and the 1st optical fiber by the side of the end of a laser diode] in addition to the configuration of invention of the above 7th — even if few, it is considering as a means to solve a technical problem with the configuration prepared in one side.

[0037] Furthermore, the semiconductor laser module of the 9th invention In addition to the configuration of the above 7th or the 8th invention, it has accomplished with the mode fixed to the base in support of the 1st optical fiber in the location which two or more said fixed means were established, and minded [of the 1st optical fiber] spacing mutually. the flank of a fixed means located in a side with the bending prevention means nearest to a laser diode — even if few, it is considering as a means to solve a technical problem with the configuration prepared in one side.

[0038] Furthermore, the semiconductor laser module of the 10th invention The fixed means loading member in which said base carries a fixed means in addition to the configuration of the above 7th thru/or any 9th one invention, While carrying a laser diode, it has a laser diode loading member in contact with a thermostat module side, and is constituted, and it is considering as a means to solve a technical problem with the configuration which bent with said fixed means loading member, and really formed the prevention means by the member.

[0039] Furthermore, in addition to the configuration of the above 7th thru/or any 10th one invention, the semiconductor laser module of the 11th invention makes said bending prevention means a means to solve a technical problem with the configuration which forms in the longitudinal direction of the 1st optical fiber the wall set up by the bottom at least, and consists of the pars basilaris ossis occipitalis of a fixed means loading member.

[0040] Furthermore, in addition to the configuration of the above 3rd thru/or any 11th one invention, at least one of the fixed means loading member of said base or the fixed means loading section, a fixed means, and the bending prevention means makes the

semiconductor laser module of the 12th invention a means to solve a technical problem with the configuration currently formed with the Fe-nickel-Co alloy.

[0041] Furthermore, the semiconductor laser module of the 13th invention On the base, the 1st optical fiber by which optical coupling is carried out to a laser diode and this laser diode is carried. This 1st optical fiber turns the tip side to the end side of said laser diode, and is arranged. Said 1st optical fiber is accomplished with the configuration of returning the light of said setting wavelength to said laser diode among the light by which is supported by the optical fiber support means, has the diffraction grating which reflects the light of said setting wavelength, and outgoing radiation is carried out from the end side of said laser diode. Opposite arrangement of the 2nd optical fiber which receives and transmits the light by which outgoing radiation is carried out from the other end side of this laser diode to the other end side of said laser diode is carried out. Said base is a semiconductor laser module carried on the thermostat module. In each part, pinching immobilization of the edge of the side near said laser diode of an optical fiber support means and the edge of a side far from a laser diode is carried out from both sides by the fixed means in the condition of having aligned said the 1st optical fiber and said laser diode. A fixed means to fix the edge of a side far from the laser diode of said optical fiber support means consists of a pair of fixing component. Where an optical fiber support means is inserted from both sides, it is fixed to said base, and this fixing component of a pair of is made into a means by which this fixing component and an optical fiber support means solve a technical problem with the configuration by which laser-welding immobilization is carried out.

[0042] Furthermore, in addition to the 13th configuration of invention, in the edge of a side far from the laser diode of said optical fiber support means, the guide section is prepared on the base through an optical fiber support means and spacing, and the fixing component guided to this guide section makes the semiconductor laser module of the 14th invention a means to solve a technical problem with the configuration which alligator arrangement of the both-sides section of an optical fiber support means is carried out, and is being fixed to said guide section.

[0043] Furthermore, in addition to the configuration of the above 1st thru/or any 14th one invention, the semiconductor laser module of the 15th invention makes said base a means to solve a technical problem with the configuration projected and prepared in the optical fiber longitudinal direction from the 1st optical fiber loading side edge section in a thermostat module.

[0044] Furthermore, the semiconductor laser module of the 16th invention The laser diode loading member in which in addition to the configuration of invention of the above 15th said base is arranged on a thermostat module and a laser diode is carried, Have the fixed means loading member in which it is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of this laser diode loading member, and a fixed means is carried, and it is constituted. Said fixed means loading member is made into a

means to solve a technical problem with the configuration projected and prepared in the optical fiber longitudinal direction rather than the 1st optical fiber loading side edge section in said laser diode loading member.

[0045] Furthermore, in addition to the configuration of invention of the above 16th, the semiconductor laser module of the 17th invention has the reinforcement section which reinforces mechanically a fixed means by which it is located in a side with said laser diode loading member nearest to a laser diode, and the inferior surface of tongue of this reinforcement section is made into a means to solve a technical problem with the configuration which does not touch a thermostat module.

[0046] Furthermore, in addition to the configuration of the above 1st thru/or any 17th one invention, the laser diode of said 1st optical fiber and the end face of the opposite side make the semiconductor laser module of the 18th invention a means to solve a technical problem with the configuration currently aslant formed to the optical axis of said 1st optical fiber.

[0047] Furthermore, in addition to the configuration of the above 1st thru/or any 18th one invention, the semiconductor laser module of the 19th invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration with which the condenser lens which condenses the light by which outgoing radiation is carried out from said laser diode to the tip side of the 2nd optical fiber is prepared between the laser diode end faces which counter said the 2nd optical fiber and this 2nd optical fiber.

[0048] Furthermore, in addition to the 19th configuration of invention, the semiconductor laser module of the 20th invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration in which the collimate lens is prepared between the laser diode end faces and condenser lenses which counter said 2nd optical fiber.

[0049] Furthermore, in addition to the 19th configuration of invention, the collimate lens is prepared through this condenser lens and spacing between the laser diode end faces and condenser lenses which counter said 2nd optical fiber, and the semiconductor laser module of the 21st invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration in which the isolator is formed between this collimate lens and said condenser lens.

[0050] Furthermore, in addition to the configuration of the 19th, the 20th, or the 21st invention, the light transmission plate is formed in the incidence side of said condenser lens, and the semiconductor laser module of the 22nd invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration which arranged this light transmission plate aslant to the optical axis of said condenser lens.

[0051] Furthermore, in addition to the configuration of the above 1st thru/or any 22nd one invention, the fiber lens is formed in the tip side of said 2nd optical fiber, and the semiconductor laser module of the 23rd invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration by which opposite arrangement of the laser

beam outgoing radiation end face of a laser diode is carried out the tip side of this fiber lens.

[0052] Furthermore, the Raman amplifier of the 24th invention is made into a means to solve a technical problem with the configuration which used the semiconductor laser module of the above 1st thru/or any 23rd one invention as the excitation light source.

[0053] The 1st of the above-mentioned configuration and the semiconductor laser module of the 2nd invention arrange a laser diode on the base, and are fixing it to said base with the fixed means in two or more point location which minded [optical fiber] spacing where the 1st optical fiber of a configuration of returning the light of setting wavelength from the end side of this laser diode to said laser diode among the light by which outgoing radiation is carried out is supported to an optical fiber support means.

[0054] Therefore, using the principle of a lever, after fixing the 1st optical fiber with the fixed means nearest to a laser diode, after alignment moving a side far from the laser diode of the 1st optical fiber, it is [in / the 1st and 2nd semiconductor laser module] fixable by using this fixed part as the supporting point. Therefore, the 1st and 2nd semiconductor laser module can carry out alignment immobilization of the 1st optical fiber appropriately to a laser diode, and becomes possible [controlling a location gap of the 1st optical fiber].

[0055] Moreover, it has the fixed means loading member in which the semiconductor laser module of the 3rd and 4th this invention is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of the laser diode loading member to which contact arrangement is carried out and the base carries a laser diode on a thermostat module, and this laser diode loading member, and carries the fixed means of an optical fiber, and is constituted.

[0056] And the semiconductor laser module of the 3rd invention Since said laser diode loading member is formed of the quality of the material which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of said fixed means loading member, and the coefficient of linear expansion of the base side plate material of said thermostat module The base where the base side plate material and coefficient of linear expansion of a thermostat module differ from each other greatly like before Compared with the case where make said base side plate material contact, and it prepares, when the operating environment temperature change of a semiconductor laser module arises, bending of the base which originates in the coefficient-of-linear-expansion difference of the base and the base side plate material of a thermostat module, and is produced can be eased.

[0057] Therefore, the semiconductor laser module of the 3rd invention can control decline in the optical coupling effectiveness of the laser diode and the 1st optical fiber accompanying the operating environment temperature change of a semiconductor laser module.

[0058] Moreover, since the semiconductor laser module of the 4th invention makes abbreviation of coefficient of linear expansion of a laser diode loading member and the bottom plate of a package, when the temperature change of a semiconductor laser module arises, the same stress as the vertical both sides of a thermostat module is added, and bending of a thermostat module is offset. Therefore, the semiconductor laser module of the 4th invention can also control decline in the optical coupling effectiveness of the laser diode and the 1st optical fiber accompanying the operating environment temperature change of a semiconductor laser module.

[0059] The semiconductor laser module of the 5th invention carries out laser welding of the fixed means loading section of the base, and the fixed means of the optical fiber support means which supports the 1st optical fiber in the 1st laser-welding section, and is carrying out laser welding of said fixed means and said optical fiber support means in the 2nd laser-welding section. and this 1st and 2nd laser-welding section — the package bottom plate of a semiconductor laser module — receiving — the height of a perpendicular direction — abbreviation — since it is formed in the same height, even if bending of the base arises, unlike the case where the fixed part of the 1st optical fiber is formed in a high location to the base, according to that bending, an optical fiber support means will not carry out the location gap of the semiconductor laser module of the 5th invention greatly

[0060] Therefore, the semiconductor laser module of the 5th invention can also control decline in the optical coupling effectiveness of the laser diode and optical fiber accompanying the operating environment temperature change of a semiconductor laser module.

[0061] Furthermore, in the above 3rd thru/or the 5th invention, since the semiconductor-laser module of the 6th invention has been accomplished with the mode fixed in two or more point location which established two or more fixed means to have fixed the 1st optical fiber, and minded [optical fiber] spacing mutually based on the 1st optical fiber, it can perform appropriately alignment immobilization at the base of the 1st optical fiber, and becomes possible [controlling a location gap of the 1st optical fiber].

[0062] furthermore, the semiconductor laser module of the 11th invention from the 7th — the base — the flank of an optical fiber — since a bending prevention means to prevent bending of said base was established along with a part of optical fiber longitudinal direction [at least] of one side even if few, bending of the base can be controlled with a bending prevention means, and decline in the optical coupling effectiveness of the laser diode and optical fiber accompanying the operating environment temperature change of a semiconductor laser module can be controlled.

[0063] Furthermore, the 13th and the semiconductor laser module of invention of 14 It considers as the configuration which fixes the edge of the side near the laser diode of the optical fiber support means which supports the 1st optical fiber, and the edge of a

side far from a laser diode with a fixed means. A fixed means to fix the edge of a side far from the laser diode of an optical fiber support means carries out laser-welding immobilization of this fixing component and the optical fiber support means as a pair of fixing component fixed to said base where an optical fiber support means is inserted from both sides.

[0064] Even if it carries out re-alignment migration of the optical fiber support means edge side of a side far from a laser diode component by using the edge of the side near the laser diode of an optical fiber support means as the supporting point Although a still more final alignment activity is needed at the time of optical fiber support means edge immobilization in this location after fixing in a re-alignment location when a fixed position shifts from a re-alignment location When it is made the 13th and the configuration of the semiconductor laser module of invention of 14, it is fixed without the fixed position in said re-alignment location almost shifting from a re-alignment location.

[0065] Therefore, the 13th and the semiconductor laser module of invention of 14 A final alignment activity is unnecessary and can be produced easily in a short time. the above — moreover By fixing the edge of the side near the laser diode of the optical fiber support means which supports the 1st optical fiber, and the edge of a side far from a laser diode with a fixed means It becomes possible like the above 1st, the 2nd, and the semiconductor laser module of the 6th invention to control a location gap of the 1st optical fiber.

[0066]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing. In addition, in explanation of this example of an operation gestalt, the same sign is given to the same name part as the conventional example, and the duplication explanation is omitted. The important section configuration of the example of the 1st operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention is shown to drawing 1 by the perspective view. In addition, the semiconductor laser module of this example of an operation gestalt also has the package 27 which holds laser diode 1 grade, and where a package 27 is partially omitted in drawing 1 , it shows it.

[0067] As shown in this drawing, the semiconductor laser module of this example of an operation gestalt has the thermostat module 25 and the base 2 which were prepared in the package 27, a laser diode 1, and the 1st optical fiber 4 grade like the conventional example, and is constituted. Two or more lead terminals 60 of each other are arranged by the side attachment wall of a package 27 through spacing, and towards the outside of a package 27, a lead terminal 60 projects and is formed.

[0068] The most characteristic configurations with which this example of an operation gestalt differs from the conventional example are the configuration of the base 2, and the fixed structure of the 1st optical fiber 4 to the base 2, and the semiconductor

laser module of this example of an operation gestalt is accomplished by these configurations with the semiconductor laser module with the high dependability which cannot be based on an operating environment temperature change, but can carry out optical coupling of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 with high degree of accuracy.

[0069] Hereafter, the concrete configuration of this example of an operation gestalt is explained. The base 2 in which a laser diode 1 is carried directly or indirectly in this example of an operation gestalt has the laser diode loading member 8 in which a laser diode 1 is carried, and the fixed means loading member 5 prepared on the laser diode loading member 8. The fixed means loading member 5 carries the fixed means 6 and 7, and the fixed means 6 and 7 are mutually arranged through spacing at the optical fiber longitudinal direction.

[0070] Support immobilization of the 1st optical fiber 4 is carried out at the metal sleeve 3 as an optical fiber support means, and the fixed means 6 and 7 are fixing the 1st optical fiber 4 to the base 2 through support immobilization of a sleeve 3. The grating which is not illustrated is formed in the core of the 1st optical fiber 4.

[0071] The 1st description of this example of an operation gestalt is having fixed to the base 2 with the fixed means 6 and 7 in the location of two or more points (here two points) which minded [optical fiber] spacing as mentioned above where the 1st optical fiber's 4 is supported to a sleeve 3. In addition, the 1st optical fiber 4 is in the condition which the laser diode 1 aligned, and pinching immobilization is carried out from both sides with the fixed means 6 and 7.

[0072] Moreover, said base 2 is carried on the thermostat module 25, and on the thermostat module 25, the laser diode loading member 8 of the base 2 contacts the thermostat module 25, and is arranged. Moreover, as shown in drawing 1 and drawing 3, the LD bonding area 21 which this laser diode loading member 8 and really consists of members was formed in the upper part side of the laser diode loading member 8, and it has accomplished with the laser diode loading field. Said fixed means loading member 5 is arranged in the location which avoided the laser diode loading field of the laser diode loading member 8.

[0073] In addition, drawing 3 is the perspective view showing the base 2 in the state of decomposition, and the fixed means loading member 5 is being fixed on the laser diode loading member 8 by the silver solder joint 46 which attaches and shows hatching in this drawing.

[0074] The 2nd description of this example of an operation gestalt is having considered the base 2 as the configuration which has the fixed means loading member 5 and the laser diode loading member 8, and having formed the laser diode loading member 8 according to the quality of the material which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of said fixed means loading member 5, and the coefficient of linear expansion of the base side plate

material 17 of said thermostat module 25 like the above. In this example of an operation gestalt, the fixed means loading member 5 is formed by covar, and, specifically, forms the laser diode loading member 8 by CuW10 (for Cu, 10% and W are [a weight ratio] 90%) of a Cu-W alloy.

[0075] In addition, heat conductivity is 180-200 (W/m-K), and CuW10 has the heat conductivity which is the about 10 times 17-18 which are the heat conductivity of covar (W/m-K).

[0076] The 3rd description of this example of an operation gestalt forms the bottom plate 26 of a package 27 according to the same quality of the material as the laser diode loading member 8 of the base 2, and, thereby, is having made the same coefficient of linear expansion of a bottom plate 26, and coefficient of linear expansion of the laser diode loading member 8.

[0077] The 4th description of this example of an operation gestalt carries out laser welding of the fixed means loading member 5 and the fixed means 6 and 7 as the fixed means loading section by the 1st laser-welding section 10, as shown in drawing 1 and drawing 2 . said fixed means 6 and 7 and said sleeve 3 — the 2nd laser-welding section 11 (11a, 11b) — laser welding — carrying out — said package bottom plate 26 — receiving — the height of the 1st laser-welding section 10 of a perpendicular direction, and the 2nd laser-welding section 11 — abbreviation — it is having formed in the same height.

[0078] Said laser welding is performed by the YAG laser etc. and less than **500 micrometers of differences of the height of the 1st laser-welding section 10 of a perpendicular direction and the 2nd laser-welding section 11 are preferably formed in less than **50 micrometers to the package bottom plate 26.

[0079] Moreover, the height of the 1st by the side of said fixed means 6 and the 2nd laser-welding section 10 and 11 is the same height as the location of the laser beam light-receiving edge 32 of the 1st optical fiber 4, and an optical-axis center position. In addition, the fiber lens 14 of the 1st optical fiber 4 is accomplished with the shape of a point globular form shown in drawing 6 , and the tip is the laser beam light-receiving edge 32. This laser beam light-receiving edge 32 is arranged at the same flat surface as the barrier layer (not shown) of a laser diode 1.

[0080] If it is made for the top face of this fixed means loading member 5 and the top face of the fixed means 6 and 7 to serve as flush (less than **100 micrometers) here in case laser welding of the fixed means 6 and 7 is carried out to the fixed means loading member 5, since the height of the laser-welding section 10 can be easily made into homogeneity for every product, it is desirable.

[0081] The 5th description of this example of an operation gestalt is the thing which was formed in the fixed means loading member 5 of said base 2 along with the longitudinal direction of the 1st optical fiber 4 at the flank both sides of said 1st optical fiber 4 and which bent and formed the prevention means 15, as shown in

drawing 2 and drawing 4 . This bending prevention means 15 prevents bending of the base 2, in this example of an operation gestalt, as the bending prevention means 15 is shown in drawing 4 , forms in the longitudinal direction of the 1st optical fiber 4 the wall set up by the bottom at least, and consists of the pars basilaris ossis occipitalis 16 of the fixed means loading member 5.

[0082] As shown in drawing 2 , the bending prevention means 15 is formed in all the longitudinal direction fields (field in the broken-line frame B of this drawing) of the fixed means loading member 5, and the bending prevention means 15 is formed also in the flank both sides of the axis section 33 which connects the light-receiving edge 32 of the laser beam in the laser beam outgoing radiation end face and the 1st optical fiber 4 of an end 31 of a laser diode 1, and the flank both sides of the fixed means 6 located in the side near a laser diode 1. The point of the bending prevention means 15 is ****(ed) to the arrangement field of the LD bonding area 21 of the laser diode loading member 8.

[0083] As the bending prevention means 15 is the fixed means loading member 5 and really formed of the member and is shown in drawing 2 and drawing 3 in this example of an operation gestalt The fitting crevices 37a and 37b of said fixed means 6 and 7 are formed of the wall and the wall 35 for fixed means immobilization which constitute the bending prevention means 15, and the fixed means 6 and 7 are in the condition which fitted into the corresponding fitting crevices 37a and 37b. Welding immobilization is carried out by the 1st laser-welding section 10 at the fixed means loading member 5.

[0084] In addition, in this example of an operation gestalt, in case the fixed means loading member 5 is formed, as shown in drawing 3 , the fixed means loading member 5 which formed in one the wall and the wall 35 for fixed means immobilization which constitute the bending prevention means 15 can be obtained by fabricating the fitting crevices 37a and 37b of the fixed means 6 and 7, and the insertion section 38 of a sleeve 3 in a ***** configuration.

[0085] A fixed means 6 by which it is located in a side with the 6th description of this example of an operation gestalt near a laser diode 1 among the fixed means 6 and 7 is formed of the integral part equipped with the pinching section 28 in which the both-sides section's pinches the 1st optical fiber 4 from **, as shown in (a) of drawing 5 , and (b).

[0086] In addition, as shown in (b) of drawing 5 , when the pinching section 28 was formed in the shape of an arm and the configuration of the fixed means 6 rotates the 1st optical fiber 4 the whole sleeve 3 by using laser-welding section 11a as the supporting point, the stress which joins laser-welding section 11a is distributed by the flow stress of the arm of the pinching section 28, and it can prevent stress concentration.

[0087] A fixed means 7 to fix the edge of a side with the 7th description of this

example of an operation gestalt far from the laser diode 1 of a sleeve 3 among said fixed means 6 and 7 consists of a pair of fixing components 7a and 7b. These fixing components 7a and 7b of a pair of are being fixed to the fixed means loading member 5 of said base 2 where a sleeve 3 is pinched from both sides, and these fixing components 7a and 7b are that laser-welding immobilization is carried out with the sleeve 3 by said 1st laser-welding section 11b.

[0088] In this example of an operation gestalt, the wall 35 for fixed means immobilization of the both sides which insert fixing components 7a and 7b into the longitudinal direction of the 1st optical fiber 4 functions as the guide section prepared on the base 2 through a sleeve 3 and spacing, and fixing components 7a and 7b are being guided and fixed to the wall 35 for fixed means immobilization.

[0089] The 8th description of this example of an operation gestalt is that the fixed means loading member 5 of the base 2 is projected and formed in the optical fiber longitudinal direction from the loading side edge section of the 1st optical fiber 4 in the thermostat module 25. Moreover, said sleeve 3 is being fixed to the fixed means loading member 5 projected from the optical fiber loading side edge section in the thermostat module 25 in this example of an operation gestalt.

[0090] The 9th description of this example of an operation gestalt is having formed the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4, and about 45 degrees (not shown) of end faces of the opposite side aslant to the optical axis of the 1st optical fiber 4.

[0091] In addition, in this example of an operation gestalt, the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4 and the end face of the opposite side are made to counter, the monitor photodiode 9 is formed, and the monitor photodiode 9 is being fixed to the monitor photodiode fixed part 39. The monitor photodiode fixed part 39 is mainly formed with the alumina, and the monitor photodiode fixed part 39 is being fixed by solder material etc. on the laser diode loading member 8 of the base 2.

[0092] Moreover, in this example of an operation gestalt, as shown in drawing 7, said laser diode 1 is fixed on a heat sink 22 by the solder material 40 which mainly consists of AuSn solder, and the heat sink 22 is being fixed on the laser diode loading member 8 by the solder material 41 which mainly has AuSn or AuSi. The heat sink 22 is formed of highly thermally-conductive materials, such as AlN and a diamond.

[0093] Moreover, as shown in drawing 1 and drawing 8, opposite arrangement of the 2nd optical fiber 13 is carried out through spacing at the other end 30 side of a laser diode 1, and the 2nd optical fiber 13 is being fixed to the ferrule 59 by the ferrule holder 58 where support immobilization is carried out.

[0094] As shown in drawing 1, drawing 2, and drawing 8, between the other end 30 of said laser diode 1, and said 2nd optical fiber 13, the collimate lens 51 which makes a laser beam parallel light is formed in the field of the other end 30 of a laser diode 1 through spacing, a collimate lens 51 is in the condition by which support immobilization was carried out at the lens holder 52, and loading immobilization is carried out on the

laser diode loading member 8 of the base 2. In addition, in drawing 1 , hatching shows the lens-holder loading section 47.

[0095] An isolator 53 is formed in the laser diode loading member 8 through a collimate lens 51 and spacing, and the isolator 53 is being fixed on the laser diode loading member 8 through the isolator holder 54. The condenser lens 57 is formed in the outgoing radiation side of an isolator 53 through spacing, and the light transmission plate 55 is formed between the isolator 53 and the condenser lens 57.

[0096] A condenser lens 57 condenses the light by which outgoing radiation is carried out from a laser diode 1 to the tip side of the 2nd optical fiber 13, and the condenser lens 57 is being fixed to the lens holder 56. The light transmission plate 55 formed in the incidence side of a condenser lens 57 is formed with sapphire glass etc., and has the function for the closures of a package 27. Moreover, in this example of an operation gestalt, the light transmission plate 55 is aslant arranged to the optical axis of a condenser lens 57.

[0097] In addition, in this example of an operation gestalt, the activity which fixes said 1st optical fiber 4 to the fixed means loading member 5 of the base 2 is done by [as being the following]. That is, the both-sides section carries out pinching immobilization of the edge of the side near the laser diode 1 of a sleeve 3 from ** with the fixed means 6 in the condition of having aligned the 1st optical fiber 4 and laser diode 1, first.

[0098] This alignment is performed by [as being the following]. That is, a fixing component 6 is arranged to fitting crevice 37a on the fixing component loading member 5 of the base 2, and the 1st optical fiber 4 is arranged between the pinching sections 28 (refer to drawing 5) of this fixing component 6. In addition, spacing of the pinching section 28 and a sleeve 3 is set to about 0–20 micrometers. In the condition, the edge of the near sleeve 3 of a side far from a laser diode 1 is grasped for example, with an alignment fixture, and a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 are aligned using an alignment fixture. In addition, a fixing component 6 presupposes that it is movable in the direction of X along the front face of the fixed means loading member 5 of the base 2 with a sleeve 3 at this time.

[0099] A fixing component 6 is fixed to the fixed means loading member 5 of the base 2 by the 1st laser-welding section 10 after said alignment. Then, welding immobilization of the sleeve 3 is carried out by 2nd laser-welding section 11a at a fixing component 6, and the side near the laser diode 1 of a sleeve 3 is made into the condition of having fixed to the fixed means loading member 5. In addition, by fixing a fixing component 6 to the fixed means loading member 5 previously, after that, whether welding immobilization of the sleeve 3 is carried out at a fixing component 6 or the reverse process is taken may choose suitably so that a forge fire may be improved by alignment.

[0100] Then, by using the pinching section (here laser-welding section 11a) by the

fixing component 6 as the supporting point, the alignment migration of the edge of the sleeve 3 of a side far from a laser diode 1 is made to carry out in the direction of Y of drawing 1 with said alignment fixture, and the 1st optical fiber 4 and laser diode 1 are re-aligned.

[0101] and the mode guided to the wall 35 for fixed means immobilization of the fixed means loading member 5 of the base 2 — fitting crevice 37b — fixing components 7a and 7b — inserting — the both-sides section of a sleeve 3 — an alligator — it arranges calmly. These fixing components 7a and 7b are guided to the wall 35 for fixed means immobilization, slide migration is carried out along the front face of the fixed means loading member 5 of the base 2, and the both-sides section of a sleeve 3 adjusts spacing of the fixing components 7a and 7b of **, and the side face of a sleeve 3 in the direction of X of drawing which carries out an abbreviation rectangular cross to the optical axis of a sleeve 3 by this slide migration at 0 – 5 micrometers of abbreviation.

[0102] And after carrying out welding immobilization of the fixing components 7a and 7b by two or more 1st laser-welding sections 10 at the wall 35 for fixed means immobilization, laser-welding immobilization (for example, YAG welding immobilization) of the sleeve 3 is carried out to fixing components 7a and 7b by 2nd laser-welding section 11b.

[0103] In addition, oscillating a laser beam from a laser diode 1, carrying out incidence to the 1st optical fiber 4, and making it spread, as mentioned above, said alignment activity carries out alignment migration of the edge of a side far from the laser diode 1 of a sleeve 3 using an alignment fixture etc., and is performed by making into an alignment location the location where the reinforcement of the laser beam which spreads the 1st optical fiber 4 becomes the strongest.

[0104] Moreover, alignment migration of a sleeve 3, supervising the optical on-the-strength detection equipment which detects the luminous intensity by which attaches a stepping motor etc. for example, in an alignment fixture, spreads the 1st optical fiber 4, and outgoing radiation is carried out People may adjust the movement magnitude of the sleeve 3 by the stepping motor, and it may be performed, and said both optical on-the-strength detection equipment and driving gears of a stepping motor may be connected to a computer, and you may carry out by [as moving a sleeve 3 to an alignment location automatically by computer control].

[0105] The semiconductor laser module of this example of an operation gestalt is constituted as mentioned above, the semiconductor laser module of this example of an operation gestalt receiving the laser beam by which outgoing radiation was carried out from the end 31 side of a laser diode 1 with the 1st optical fiber 4 like the conventional example, and returning the light of said setting wavelength to a laser diode 1, receives the outgoing radiation light from the other end 30 side of a laser diode 1 with the 2nd optical fiber 13, and makes the inside of the 2nd optical fiber 13

transmit.

[0106] Moreover, temperature control of the laser diode 1 by the thermostat module 25 is performed in this example of an operation gestalt as well as the conventional example at this time.

[0107] Since it is fixing to the base 2 with the fixed means 6 and 7 in the two-point location which minded [optical fiber] spacing where the 1st optical fiber 4 is supported to a sleeve 3 according to this example of an operation gestalt, on the base 2, alignment immobilization of the 1st optical fiber 4 can be appropriately carried out to a laser diode 1, and a location gap of the 1st optical fiber 4 can be controlled.

[0108] According to this example of an operation gestalt, moreover, the laser diode loading member 8 of the base 2 in contact with the base side plate member 17 of the thermostat module 25 Since it forms according to the quality of the material (CuW10 which in other words has the coefficient of linear expansion between covar and aluminum 2O3) which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of the fixed means loading member 5 and the coefficient of linear expansion of the base side plate material 17 of the thermostat module 25 which are prepared in the bottom Compared with the case where contact directly and the base 2 formed by covar like the conventional example is formed on the base side plate material 17 which consists of aluminum 2O3, bending of the base 2 produced by the operating environment temperature change can be eased.

[0109] Therefore, according to this example of an operation gestalt, the optical coupling degradation of the laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 resulting from an operating environment temperature change can be controlled.

[0110] And CuW10 which forms the laser diode loading member 8 has the good heat conductivity, and since it has the heat conductivity about 10 times the heat conductivity of covar, since the heat generated with the laser diode 1 is efficiently told to the thermostat module 25 side through a heat sink 22 and the laser diode loading member 8, it can cool a laser diode 1 efficiently with the thermostat module 25 in this example of an operation gestalt.

[0111] Therefore, according to this example of an operation gestalt, power consumption of a laser diode 1 and the thermostat module 25 can be made small, it can consider as the small semiconductor laser module of power consumption, and the amount of bending of the thermostat module 25 can be made small.

[0112] Moreover, according to this example of an operation gestalt, since coefficient of linear expansion of the laser diode loading member 8 and the bottom plate 26 of a package 27 is made the same, when the operating environment temperature change of a semiconductor laser module arises, the same stress as the vertical both sides of the thermostat module 25 is added, and bending of the thermostat module 25 is offset. Therefore, according to this example of an operation gestalt, the optical coupling degradation of the laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 resulting from an operating

environment temperature change can be controlled much more efficiently.

[0113] Furthermore, the 1st laser-welding section 10 which comes to carry out laser welding of the fixed means loading member 5 and the fixed means 6 and 7 of the base 2 according to this example of an operation gestalt, The 2nd laser-welding section 11 which comes to carry out laser welding of the fixed means 6 and 7 and the sleeve 3 the package bottom plate 26 — receiving — the height of a perpendicular direction — abbreviation, since it is formed in the same height Even if bending of the base 2 arises somewhat, a sleeve 3 cannot carry out the location gap of the 1st laser-welding section 10 greatly at the supporting point by this bending, therefore decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode 1 and an optical fiber 2 can be controlled further more much more efficiently.

[0114] Furthermore, since a bending prevention means 15 to prevent bending of the base 2 along with the longitudinal direction of an optical fiber 4 to the fixed means loading member 5 of the base 2 is established according to this example of an operation gestalt, the bending which met the optical fiber longitudinal direction of the base 2 with the bending prevention means 15 can be controlled.

[0115] Especially the light by which outgoing radiation is carried out from a laser diode 1 in the semiconductor laser module of this example of an operation gestalt Since incidence is carried out to the 1st optical fiber 4 from the tip side of the 1st optical fiber 4 It is very important to control the location gap with a laser diode 1 and the laser beam light-receiving edge 32 of the 1st optical fiber 4 on the occasion of the optical coupling of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4. Therefore, it is very important to control bending of the base 2 in the above-mentioned axis section 33.

[0116] Moreover, similarly, if the fixed position of the sleeve 3 by the fixed means 6 near a laser diode 1 shifts, compared with the case where the fixed position of the sleeve 3 by the fixed means 7 further than the fixed means 6 from a laser diode 1 shifts, for example, it is very important, since the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 is large to control bending of the base 2 in the arrangement field of the fixed means 6.

[0117] Then, the flank both sides of the axis section 33 which connects the light-receiving edge 32 of a laser beam [in / for the bending prevention means 15 / the end 31 of a laser diode 1, and the 1st optical fiber 4] with this example of an operation gestalt, It has prepared in the field in alignment with the optical fiber longitudinal direction of the fixed means loading member 5 containing the flank both sides of the fixed means 6 located in the side near a laser diode 1. By that cause Since bending of the base 2 in the arrangement field of the above-mentioned axis section 33 and the fixed means 6 can be controlled, Bending of the base 2 according to the operating environment temperature change of a semiconductor laser module can be controlled effectively, and the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 can be controlled very efficiently.

[0118] Furthermore, in this example of an operation gestalt, the wall set up by the bottom at least in the bending prevention means 15 from the pars basilaris ossis occipitalis 16 of the fixed means loading member 5 should be formed in the longitudinal direction of the 1st optical fiber 4. Since the bending prevention means 15 was the fixed means loading member 5 and really formed by the member Without the fixed means loading member 5 and another components constituting the bending prevention means 15, bending like [when pasting these up], and the fall on the strength by connection between the prevention means 15 and the fixed means loading member 5 arising The bending prevention means 15 can be considered as an easy configuration, and, moreover, bending of the base 2 can be controlled effectively.

[0119] According to this example of an operation gestalt, furthermore, the fixed means 6 which carries out support immobilization of the 1st optical fiber 4 by the side near a laser diode 1 Since it formed by the integral part equipped with the pinching section 28 in which the both-sides section pinches the 1st optical fiber 4 from ** Since there is the connection section 49 which the 1st optical fiber 4 sets the both sides of the pinching section 28 caudad, and connects them compared with the case where the fixed means 6 is used as the fixing component which supports the 1st optical fiber 4 every [single-sided] like the fixed means 7, bending of the base 2 of drawing 2 and the direction of X of drawing 5 can be controlled. Therefore, according to this example of an operation gestalt, the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 can be controlled further more much more efficiently.

[0120] According to this example of an operation gestalt, furthermore, a fixed means 7 to fix the edge of a side far from a laser diode 1 By using the sleeve 3 as a pair of fixing components 7a and 7b fixed to said base 2 in the condition of having inserted from both sides, and carrying out alignment immobilization of the 1st optical fiber 4 to a laser diode 1 using said fixed approach He lessens ferrule movement magnitude at the time of YAG welding with fixing components 7a and 7b and a sleeve 3, and is trying for there to be almost no gap of a sleeve 3 at the time of immobilization by the fixing components 7a and 7b of a sleeve 3.

[0121] Therefore, according to this example of an operation gestalt, the alignment activity accompanying semiconductor laser module production can be done correctly, and the working hours can be shortened very much, and cost can also make only the part cheap.

[0122] Furthermore, since the fixed means loading member 5 of the base 2 is projected and formed in the optical fiber longitudinal direction from the optical fiber loading side edge section in the thermostat module 25 according to this example of an operation gestalt, the part (a part for a lobe) which does not touch the thermostat module 25 is not influenced by the thermostat module 25 of bending.

[0123] And in this example of an operation gestalt, since it is fixed to the fixed means

loading member 5 projected from the edge of the thermostat module 25, a sleeve 3 stops very easily being influenced of bending [a sleeve 3] of the thermostat module 25, and can control further more much more efficiently the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4.

[0124] Furthermore, according to this example of an operation gestalt, the fixed means loading member 5 is formed by covar, the 1st optical fiber 4 and coefficient of linear expansion of covar are almost the same, and since it moreover excels in laser-welding nature, it can control, and laser-welding workability with a sleeve 3 is also good, and it can use to have a bad influence on the 1st optical fiber 4 by the difference in coefficient of linear expansion with the 1st optical fiber 4 as the semiconductor laser module which is easy to manufacture.

[0125] According to this example of an operation gestalt, like the conventional example with furthermore, the 1st optical fiber 4 prepared in the opposite side the optical transmission side by the 2nd optical fiber 13 Since it is considering as the configuration which returns the laser beam of a laser diode 1 to a laser diode 1 Distance of the tip (laser beam light-receiving edge 32) of the 1st optical fiber 4 and the end 31 of a laser diode 1 can be shortened very much, and a noise can consider as a small semiconductor laser module with good wavelength stability.

[0126] Furthermore, according to this example of an operation gestalt, since the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4 and the end face of the opposite side were aslant formed to the optical axis of the 1st optical fiber 4, it can control that the light reflected by the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4 and the end face of the opposite side returns to a laser diode 1 side, and the output from a laser diode 1 can be stabilized.

[0127] Furthermore, in this example of an operation gestalt, since the isolator 53 is formed between the collimate lens 51 and the condenser lens 57, it can control certainly that a laser beam returns from the 2nd optical fiber 13 side to a laser diode 1, and the output of a semiconductor laser module can be stabilized.

[0128] Furthermore, since the light transmission plate 55 formed in incidence one end of the 2nd optical fiber 2 is aslant arranged to the optical axis of a condenser lens 57, it can control that the laser beam reflected with the light transmission plate 55 returns to a laser diode 1, and can stabilize the output of a semiconductor laser module further.

[0129] As mentioned above, this example of an operation gestalt cannot be based on an operating environment temperature change, but can carry out optical coupling of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 with high degree of accuracy, and its noise is small and is made as for it to a reliable semiconductor laser module with good wavelength stability in high power. Therefore, if the Raman amplifier is constituted by making the semiconductor laser module of this example of an operation gestalt into the excitation light source, this Raman amplifier can be used as the outstanding

Raman amplifier which was suitable as an object for wavelength multiplex transmission.

[0130] The important section configuration of the example of the 2nd operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention omits a package 27 in drawing 9 in part, and is shown to it by the perspective view. The example of a **** 2 operation gestalt is constituted almost like the above-mentioned example of the 1st operation gestalt, and the characteristic thing which the example of a **** 2 operation gestalt differs from the above-mentioned example of the 1st operation gestalt is having considered as the configuration which the thermostat module's 25 is formed [configuration] in laser beam shaft orientations for a long time rather than the above-mentioned example of the 1st operation gestalt, and does not make the laser diode 1 of the base 2, and the end face of the opposite side project from the thermostat module 25.

[0131] By this configuration, the semiconductor laser module of the example of a **** 2 operation gestalt is contacting the whole inferior surface of tongue of the laser diode loading member 8 of the base 2 to the base side plate material 17 of the thermostat module 25.

[0132] Although the example of a **** 2 operation gestalt is constituted as mentioned above and the semiconductor laser module of the example of a **** 2 operation gestalt is contacting the whole inferior surface of tongue of the laser diode loading member 8 of the base 2 to the thermostat module 25, since other configurations are the same as that of the above-mentioned example of the 1st operation gestalt, the example of a **** 2 operation gestalt can also do so the almost same effectiveness as the above-mentioned example of the 1st operation gestalt.

[0133] The fixed configuration of the 1st optical fiber 4 in the example of the 3rd operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention is shown to drawing 10 by the perspective view, and the top view of this fixed configuration is shown in drawing 10 . Moreover, the configuration of the base 2 in the example of a **** 3 operation gestalt is shown to drawing 11 by the exploded view.

[0134] The example of a **** 3 operation gestalt is constituted almost like the above-mentioned example of the 1st operation gestalt, and the characteristic thing which the example of a **** 3 operation gestalt differs from the above-mentioned example of the 1st operation gestalt is having considered as the configuration which shows the configurations of the fixed means loading member 5 which constitutes the base 2, and the laser diode loading member 8 to drawing 9 - drawing 11 .

[0135] Namely, in the example of a **** 3 operation gestalt, the bending prevention means 15 is formed by both the fixed means loading member 5 and the laser diode loading member 8. The flank both sides of the axis section 33 which connects the end 31 of a laser diode 1, and the light-receiving edge 32 of the laser beam in the 1st optical fiber 4, The member the laser diode loading member 8 and really constitutes the bending prevention means 15 formed in the flank both sides of the fixed means 6

located in the side near a laser diode 1.

[0136] In addition, in the above-mentioned example of the 1st and 2nd operation gestalt, although it formed the 1st three laser-welding sections 10 at a time at least in each fixed part of the fixed means loading member 5 and the fixed means 6 and 7, in the example of a **** 3 operation gestalt, it has prepared them two places at a time at least in the fixed part of each above. Thus, in the semiconductor laser module of this invention, especially the number of the laser-welding sections 10 that can be set at least to each above-mentioned fixed part is not limited, and is set up suitably.

[0137] The example of a **** 3 operation gestalt is constituted as mentioned above, and can do so the effectiveness as the above-mentioned example of the 1st operation gestalt that the example of a **** 3 operation gestalt is also almost the same.

[0138] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned example of an operation gestalt, and can take the mode of various operations. For example, although considered as the configuration containing the flank both sides of the axis section 33 which connects the light-receiving edge 32 of a laser beam [in / for the bending prevention means 15 / the end 31 of a laser diode 1, and the 1st optical fiber 4], and the flank both sides of the fixed means 6 located in the side near a laser diode 1 in each above-mentioned example of an operation gestalt What is necessary is just to consider the bending prevention means 15 as the configuration of flank one side which is prepared along with a part of optical fiber longitudinal direction at least, and prevents bending of said base 2, even if there are few 1st optical fibers 4.

[0139] In addition, if the bending prevention means 15 is formed in flank one side of the above-mentioned axis section 33 at least, since it can control bending of the base 2 in the axis section 33 and the optical coupling degradation of the laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 by bending of the base 2 can be controlled efficiently, it is desirable to form the bending prevention means 15 in flank one side of the above-mentioned axis section 33 at least.

[0140] Moreover, the inside of the fixed means (each above-mentioned example of an operation gestalt fixed means 6 and 7) of the mode which supports the 1st optical fiber 4 in the location which minded [of the 1st optical fiber 4] spacing mutually, If it bends in flank one side of a fixed means located in the side nearest to a laser diode 1 at least and the prevention means 15 is established, since a gap of the support location of the side near the laser diode 1 of the 1st optical fiber 4 can be controlled Since the optical coupling degradation of the laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 by bending of the base 2 can be controlled efficiently, it is desirable to form the bending prevention means 15 in flank one side of a fixed means located in the side nearest to a laser diode 1.

[0141] Furthermore, although the bending prevention means 15 was formed in the optical fiber longitudinal direction and constituted the wall set up by the bottom in the above-mentioned example of the 1st operation gestalt from a pars basilaris ossis

occipitalis 16 of the fixed means loading member 8, especially the configuration of the bending prevention means 15 is not limited, is set up suitably, may carry out the adhesion immobilization of cylindrical or the square-bar-like bending prevention means 15 at a fixed means loading member 5, for example, may prepare.

[0142] Furthermore, although the base 2 was considered as the configuration which has the fixed means loading member 5 and the laser diode loading member 8 in each above-mentioned example of an operation gestalt, especially the configuration of the base 2 is not limited, and is set up suitably, and you may form by one member in which the fixed means loading section in which the base 2 carries the fixed means 6 and 7 was formed.

[0143] Even in this case, compared with the conventional example, alignment immobilization of the 1st optical fiber 4 can be appropriately carried out to a laser diode 1 with the fixed means 6 and 7 by fixing the 1st optical fiber 4 in the two-point location which minded [that] spacing.

[0144] Moreover, even if it forms the base 2 as mentioned above by one member which has the above-mentioned fixed means loading section The 1st laser-welding section 10 which comes to carry out laser welding of the above-mentioned fixed means loading section and the fixed means 6 and 7, the 2nd laser-welding section 11 which comes to carry out laser welding of the fixed means 6 and the sleeve 3 -- the package bottom plate 26 -- receiving -- the height of a perpendicular direction -- abbreviation, if it is made to become the same height A location gap of the sleeve 3 produced when the base 2 bends can be made small compared with the conventional semiconductor laser module, and the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4 can be controlled.

[0145] Furthermore, although the 1st optical fiber 4 was considered as the configuration which has the point globular form fiber lens 14 in each above-mentioned example of an operation gestalt, especially the configuration of the fiber lens 14 of the 1st optical fiber 4 is not limited, and is set up suitably. As shown in drawing 14, the fiber lens 14 is good also as an anamorphic (rotation asymmetry) lens of a wedge action die, and good also as anamorphic lenses other than a wedge action die. In addition, in this drawing, 14a shows a ridgeline.

[0146] Furthermore, although the fiber lens 14 was formed and optical coupling of the 1st optical fiber 4 and laser diode 1 was carried out to the tip side of the 1st optical fiber 4 in each above-mentioned example of an operation gestalt, the configuration which establishes the same lens system as a collimate lens 51 or a condenser lens 56 between the 1st optical fiber 4 and a laser diode 1, and carries out optical coupling of the 1st optical fiber 4 and laser diode 1 is also possible.

[0147] Furthermore, in each above-mentioned example of an operation gestalt, although the collimate lens 51, the isolator 53, and the condenser lens 57 were formed between the 2nd optical fiber 13 and the other end 30 side of a laser diode 1, a

collimate lens 51 and an isolator 53 may form the fiber lens 23 in the tip side of the 2nd optical fiber 13, for example, as shown in drawing 15 instead of also being able to omit and forming a condenser lens 57. It is good also as an anamorphic lens as shows the fiber lens 23 in this drawing also in this case, and good also as a fiber lens of a cone configuration like the fiber lens 14 of the 1st optical fiber 4 of each above-mentioned example of an operation gestalt.

[0148] Furthermore, the fixed means loading member 5 may be made to project rather than the laser diode loading member 8, as it is shown, for example in drawing 13, although the laser diode loading member 8 was made to project to a laser diode 1 and the opposite side rather than the holddown-member loading member 5 in the example of above-mentioned each operation gestalt, it prepared and the monitor photodiode 9 and the monitor photodiode fixed part 39 were formed in this protrusion field, it may form, and the monitor photodiode fixed part 39 may prepare separately from the base 2.

[0149] If the fixed means loading member 5 is made to project rather than the laser diode loading member 8 and is formed, the fixed means 6 and 7 carried in a part for this lobe, a sleeve 3, and the 1st optical fiber 4 can control being influenced by the laser diode loading member 8 of bending, and can control further more much more efficiently the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4.

[0150] In addition, since the bond strength to the laser diode loading member 8 runs short and adhesion may separate when this lobe receives vibration if the protrusion length L of the fixed means loading member 5 is too long, it is desirable to be referred to as $L \leq 5\text{mm}$.

[0151] Moreover, if the reinforcement section 20 is formed in the lower part side of a fixed means 6 by which it is located in the side nearest to a laser diode 1 as shown in drawing 13 when making the fixed means loading member 5 project rather than the laser diode loading member 8 and forming it, vibration of the direction of Y of drawing of the fixed means loading member 5 can be controlled.

[0152] That is, if the above-mentioned reinforcement section 20 is formed in a laser diode 1, even if vibration of said direction of Y will be added to the fixed means loading member 5, the laser diode loading member 8 can make the supporting point of this vibration the side further than the fixed means 6 from a laser diode 1, and can control the optical coupling degradation of a laser diode 1 and the 1st optical fiber 4.

[0153] Moreover, since the large touch area of the laser diode loading member 8 and the fixed means loading member 5 can be taken by forming the above-mentioned reinforcement section 20 and forming the laser diode loading member 8 in the longitudinal direction of the 1st optical fiber 4 for a long time, both are firmly fixable mechanically. In addition, since the inferior surface of tongue of said reinforcement section 20 does not touch the thermostat module 25, it is not influenced of bending [the reinforcement section 20] of the thermostat module 25.

[0154] Moreover, especially the configuration of the reinforcement section 20 is good also as a rectangular parallelepiped configuration, as it is not limited, and is set up suitably and it is shown in drawing 13, and it is good also as a configuration which has a taper side as shown in the slash A of this drawing. In addition, since there is an advantage by forming the reinforcement section 20 as mentioned above although the reinforcement section 20 is also omissible when making the fixed means loading member 5 project rather than the laser diode loading member 8 and forming it, it is desirable to form the reinforcement section 20.

[0155] Furthermore, although a fixed means 6 by which it was located in the side nearest to a laser diode 1 was formed in each above-mentioned example of an operation gestalt by the integral part equipped with the pinching section 28 as shown in drawing 5, especially the configuration of the fixed means 6 is not limited and is set up suitably. However, if the fixed means 6 is constituted like each above-mentioned example of an operation gestalt, bending of the direction of X of the base 2 can be controlled.

[0156] Furthermore, although coefficient of linear expansion was made the same in the above-mentioned example of an operation gestalt by making the laser diode loading member 8 and the bottom plate 26 of a package 27 into the same quality of the material, it is good also as a thing of the quality of the material which is different if the coefficient of linear expansion of the laser diode loading member 8 and the bottom plate 26 of a package 27 is abbreviation identitas. Moreover, although it is desirable that it is abbreviation identitas as for the coefficient of linear expansion of the laser diode loading member 8 and the bottom plate 26 of a package 27, it is good also as a mutually different thing.

[0157] Furthermore, although the lead terminal 60 was projected and formed outside from the side attachment wall of a package 27 in the above-mentioned example of an operation gestalt, you may turn the **** formation of the lead terminal 60 down from the side attachment wall of a package 27, and the arrangement gestalt of a lead terminal 60, a configuration, the configuration of a package 27, etc. are set up suitably.

[0158] Furthermore, although the above-mentioned example described the example which applies the semiconductor laser module of each example of an operation gestalt to the Raman amplifier, the semiconductor laser module of this invention is variously applied only as the excitation light source for the Raman amplifier as objects for optical communication, such as the excitation light sources, the signal light light sources, etc. of amplifier other than the Raman amplifier.

[0159]

[Effect of the Invention] According to the 1st and the semiconductor laser module of the 2nd invention, a laser diode is arranged on the base. The 1st optical fiber of a configuration of returning the light of setting wavelength from the end side of this laser diode to said laser diode among the light by which outgoing radiation is carried

out Since it fixes to the base with a fixed means in two or more point location which minded [optical fiber] spacing in the condition of having supported to the optical fiber support means Alignment immobilization of the 1st optical fiber can be appropriately carried out to a laser diode, and a location gap of the 1st optical fiber can be controlled.

[0160] Therefore, optical coupling effectiveness of the 1st optical fiber and a laser diode can be made good, and the output of a semiconductor laser module can be stabilized.

[0161] Moreover, according to the semiconductor laser module of the 2nd invention, since it forms by the integral part equipped with the pinching section in which the both-sides section pinches an optical fiber for the fixed means which carries out support immobilization of the optical fiber by the side nearest to a laser diode from **, bending of the horizontal base which crosses the fixing component which supports an optical fiber every [single-sided] at an optical fiber longitudinal direction compared with a case can be controlled, and the optical coupling degradation of a laser diode and an optical fiber can be controlled.

[0162] According to the semiconductor laser module of the 3rd invention, furthermore, the base It forms on a thermostat module by the laser diode loading member by which contact arrangement is carried out, and the fixed means loading member of the top. Since a laser diode loading member is formed according to the quality of the material which has a coefficient of linear expansion within the limits between the coefficient of linear expansion of a fixed means loading member, and the coefficient of linear expansion of the base side plate material of a thermostat module It compares, when contacting and preparing the base where base side plate material differs from coefficient of linear expansion greatly like the conventional example on a thermostat module. Bending of the base produced by the temperature change can be eased, and the optical coupling degradation of the laser diode and the 1st optical fiber resulting from an operating environment temperature change can be controlled.

[0163] According to the semiconductor laser module of the 4th invention, furthermore, the base Since it forms on a thermostat module by the laser diode loading member by which contact arrangement is carried out, and the fixed means loading member of the top and coefficient of linear expansion of a laser diode loading member and the bottom plate of a package is made into abbreviation identitas When the temperature change of a semiconductor laser module arises, the same stress as the vertical both sides of a thermostat module is added, bending of a thermostat module is offset, and the optical coupling degradation of the laser diode and the 1st optical fiber resulting from an operating environment temperature change can be controlled.

[0164] Furthermore, the 1st laser-welding section which comes to carry out laser welding of the fixed means loading section of the base, and the fixed means of an optical fiber support means according to the semiconductor laser module of the 5th

invention, The 2nd laser-welding section which comes to carry out laser welding of a fixed means and the optical fiber support means a package bottom plate — receiving — the height of a perpendicular direction — abbreviation, even if bending of the base arises somewhat since it forms in the same height An optical fiber support means cannot carry out a location gap greatly by this bending, therefore decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode and the 1st optical fiber can be controlled.

[0165] According to the semiconductor laser module of the 6th invention, furthermore, the fixed means of the above 3rd thru/or the 5th invention Since it considers as two or more fixed means to fix in the location which minded [optical fiber] spacing based on the 1st optical fiber Alignment immobilization at the base of the 1st optical fiber can be performed appropriately, decline in the optical coupling effectiveness of the laser diode and the 1st optical fiber which originated in the temperature of a semiconductor laser module like the above can be controlled further, and the stable output can be obtained.

[0166] furthermore — according to the semiconductor laser module of the 7th invention — the optical fiber flank of the base — since a bending prevention means to prevent bending of the base is formed in one side along with a part of longitudinal direction [at least] of an optical fiber even if few, the bending which met the optical fiber longitudinal direction of the base with the bending prevention means can be controlled.

[0167] furthermore, the flank of the axis section which connects the light-receiving edge of the laser beam in the outgoing radiation end face and optical fiber of the laser beam [means / said / bending prevention] by the side of the end of a laser diode according to the semiconductor laser module of the 8th invention — since it prepares in one side even if few, bending of the base in the above-mentioned axis section can be controlled, and decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode and an optical fiber can be controlled efficiently.

[0168] According to the semiconductor laser module of the 9th invention, furthermore, said bending prevention means the flank of a fixed means located in the side nearest to a laser diode, since it prepares in the field in alignment with the optical fiber longitudinal direction of the fixed means loading member containing one side even if few Bending of the base in the arrangement field of the fixed means which is the easiest to affect the optical coupling degradation of a laser diode and an optical fiber can be controlled, and decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode and an optical fiber can be controlled efficiently.

[0169] Furthermore, since a bending prevention means is a fixed means loading member and really formed by the member according to the semiconductor laser module of the 10th invention Can avoid the fall on the strength by connection with the bending prevention means and fixed means loading member like [in case a fixed means loading member and another components constitute a bending prevention

means], and bending of the base is efficiently prevented with a bending prevention means. Decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode and an optical fiber can be controlled efficiently.

[0170] Furthermore, since the wall set up by the bottom at least from the pars basilaris ossis occipitalis of a fixed means loading member in the bending prevention means should be formed in the optical fiber longitudinal direction according to the semiconductor laser module of the 11th invention, it is an easy configuration about a bending prevention means, and, moreover, can consider as the means which can control bending of the base effectively.

[0171] According to the semiconductor laser module of the 12th invention, furthermore, a fixed means loading member or the fixed means loading section, Since at least one of a fixed means and the bending prevention means is formed with a Fe-nickel-Co alloy An optical fiber and coefficient of linear expansion are comparable, can manufacture a semiconductor laser module with sufficient workability using the Fe-nickel-Co alloy which is moreover excellent in laser-welding nature, and It can control having a bad influence on an optical fiber by the difference in coefficient of linear expansion with the optical fiber of a fixed means loading member, the fixed means loading section, or a bending prevention means.

[0172] Furthermore, it considers as the configuration which fixes the edge of the side near [according to the 13th and the semiconductor laser module of invention of 14] the laser diode of the optical fiber support means which supports the 1st optical fiber, and the edge of a side far from a laser diode with a fixed means. Since the alignment immobilization of the 1st optical fiber and laser diode can be exactly carried out for a short time by carrying out the fixed configuration of the edge of a side far from the laser diode of an optical fiber support means to a characteristic configuration, it can consider as a semiconductor laser module easily producible in a short time.

[0173] Especially the 14th invention can perform alignment immobilization of the 1st optical fiber much more exactly by fixing with the fixing component to which the edge of a side far from the laser diode of an optical fiber support means was guided by the guide section.

[0174] Moreover, according to the 13th and the semiconductor laser module of invention of 14, the edge of the side near the laser diode of the optical fiber support means which supports the 1st optical fiber, and the edge of a side far from a laser diode are fixed with a fixed means (that is). By what the 1st optical fiber is fixed for in the two-point location which minded [the] spacing, a location gap of the 1st optical fiber can be controlled like the above 1st, the 2nd, and the semiconductor laser module of the 6th invention.

[0175] Furthermore, since the base is projected and established in the optical fiber longitudinal direction from the optical fiber loading side edge section in a thermostat module according to the semiconductor laser module of the 15th invention By being

able to control being influenced of bending [the part (a part for the lobe of the base) which does not touch a thermostat module] of a thermostat module, for example, carrying the fixed means of an optical fiber in this part Decline in the optical coupling effectiveness of a laser diode and an optical fiber can be controlled efficiently.

[0176] Furthermore, since the fixed means loading member of the base is projected and prepared in the optical fiber longitudinal direction rather than the optical fiber loading side edge section in a laser diode loading member according to the semiconductor laser module of the 16th invention, the optical coupling degradation of a laser diode and an optical fiber can be efficiently controlled by being able to control being influenced by the laser diode loading member by the amount of this lobe of bending, for example, carrying the fixed means of an optical fiber in a part for this lobe.

[0177] Furthermore, since the laser diode loading member of the base has the reinforcement section formed in the lower part side of a fixed means by which it is located in the side near a laser diode according to the semiconductor laser module of the 17th invention For example, even if vibration of a perpendicular direction is added to a fixed means loading member to a package bottom plate The supporting point of this vibration can be made into the side further than the above-mentioned fixed means from a laser diode. The optical coupling degradation of a laser diode and an optical fiber can be controlled, and the reinforcement section can control being influenced by the thermostat module of bending by not contacting a thermostat module in the inferior surface of tongue of said reinforcement section.

[0178] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 18th invention, since it can control that the reflected light reflected by the above-mentioned end face by forming aslant the laser diode of the 1st optical fiber and the end face of the opposite side to the optical axis of said 1st optical fiber returns to a laser diode side, it can be used as the semiconductor laser module whose output was stable.

[0179] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 19th invention, it can consider as the semiconductor laser module which can carry out optical coupling of a laser diode and the 2nd optical fiber good by preparing the condenser lens which condenses the light by which outgoing radiation is carried out from said laser diode to the tip side of the 2nd optical fiber between the laser diode end faces which counter the 2nd optical fiber and this 2nd optical fiber.

[0180] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 20th invention, it can consider as the semiconductor laser module which can carry out optical coupling of a laser diode and the 2nd optical fiber to fitness further by preparing a collimate lens between the 2nd optical fiber and a condenser lens.

[0181] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 21st invention, by preparing a collimate lens between the laser diode end faces and condenser lenses which counter the 2nd optical fiber, and forming an isolator between

this collimate lens and said condenser lens, it can control certainly that the reflected light from a 2nd optical fiber side returns to a laser diode side, and it can be used as the semiconductor laser module whose output was stable.

[0182] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 22nd invention, by forming a light transmission plate in the incidence side of a condenser lens, and arranging this light transmission plate aslant to the optical axis of said condenser lens, it can control that the reflected light from a condenser lens side returns to a laser diode side, and it can be used as the semiconductor laser module whose output was stable.

[0183] Furthermore, according to the semiconductor laser module of the 23rd invention, it can consider as the semiconductor laser module which can carry out optical coupling of a laser diode and the 2nd optical fiber good by forming a fiber lens in the tip side of the 2nd optical fiber, and carrying out opposite arrangement of the laser beam outgoing radiation end face of a laser diode the tip side of this fiber lens.

[0184] Furthermore, according to the Raman amplifier of the 24th invention, it can consider as the suitable Raman amplifier for the wavelength multiplex transmission which has the excitation light source with good wavelength stability by high power by using the semiconductor laser module of this invention which does so the effectiveness which was excellent the account of a top as the excitation light source.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the important section block diagram showing the example of the 1st operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the base circumference important section configuration of the semiconductor laser module of the above-mentioned example of an operation gestalt.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the configuration of the base in the above-mentioned example of an operation gestalt with an exploded view.

[Drawing 4] It is the A-A sectional view of drawing 3.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing the strabism configuration of the fixed means formed in the above-mentioned example of an operation gestalt.

[Drawing 6] It is the explanatory view showing the fiber lens of the 1st optical fiber prepared in the above-mentioned example of an operation gestalt, and its circumference configuration.

[Drawing 7] It is the strabism explanatory view showing the arrangement field of the laser diode in the above-mentioned example of an operation gestalt.

[Drawing 8] It is the explanatory view simplifying and showing the cross-section configuration by the side of the arrangement section of the 2nd optical fiber in the above-mentioned example of an operation gestalt.

[Drawing 9] It is the perspective view in which omitting a package partially and showing the important section configuration of the example of the 2nd operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 10] It is the perspective view showing the fixed configuration of a laser diode and the 1st optical fiber in the example of the 3rd operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 11] It is the top view of drawing 10 .

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the configuration of the base in the above-mentioned example of the 3rd operation gestalt with an exploded view.

[Drawing 13] It is the perspective view showing the base circumference configuration in other examples of an operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 14] It is the explanatory view of the fiber lens configuration of the 1st optical fiber in other examples of an operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 15] It is the explanatory view of the 2nd optical fiber in other examples of an operation gestalt of the semiconductor laser module concerning this invention.

[Drawing 16] It is the cross-section explanatory view showing a conventional semiconductor laser module example.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing the configuration (a) of a Peltier device, and the trouble (b) of the semiconductor laser module shown in drawing 16 .

[Description of Notations]

- 1 Laser Diode
- 2 Base
- 3 Sleeve
- 4 1st Optical Fiber
- 5 Fixed Means Loading Member
- 6 Seven Fixed means
- 8 Laser Diode Loading Member
- 10 1st Laser-Welding Section
- 11 2nd Laser-Welding Section
- 13 2nd Optical Fiber
- 14 Fiber Lens
- 15 Bending Prevention Means
- 17 Base Side Plate Material
- 18 Bottom Plate Side Plate Material
- 19 Peltier Device

20 Reinforcement Section

25 Thermostat Module

30 Other End

31 End

33 Axis Section

53 Isolator

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-148489
(P2002-148489A)

(43) 公開日 平成14年5月22日 (2002. 5. 22)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
G 0 2 F 1/35	5 0 1	G 0 2 F 1/35	5 0 1 2 K 0 0 2
H 0 1 S 3/094		H 0 1 S 3/30	Z 5 F 0 7 2
3/30		5/022	5 F 0 7 3
5/022		5/024	

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-339342 (P2000-339342)

(22) 出願日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 入江 雄一郎

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 三代川 純

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

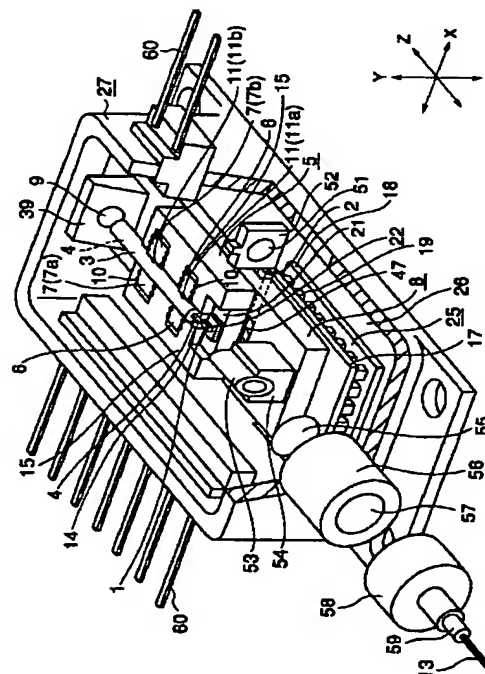
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプ

(57) 【要約】

【課題】 使用環境温度変化によらず高出力でノイズが小さく波長安定性の良好な信頼性の高い半導体レーザモジュールを提供する。

【解決手段】 パッケージ27の底板26上に、ベース側板材17と底板側板材18とペルチェ素子19とを有するサーモモジュール25を搭載し、その上にベース2を搭載し、その上にレーザダイオード1と、レーザダイオード1から出射するレーザ光をレーザダイオード1に帰還する第1の光ファイバ4と、第1の光ファイバ4をその長手方向2点位置で支持する固定手段6、7を搭載する。ベース2は、サーモモジュール25上に接触するレーザダイオード搭載部材8とその上に設ける固定手段搭載部材5とにより形成する。レーザダイオード搭載部材8は固定手段搭載部材5の線膨張係数とサーモモジュール25のベース側板材17の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されている半導体レーザモジュールであって、前記第1の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持された状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で固定手段により前記ベースに固定されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 第1の光ファイバの長手方向に間隔を介した複数点位置にそれぞれ設けられた固定手段のうち、レーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段は前記第1の光ファイバを両側部がわから挟持する挟持部を備えた一体部品により形成されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されており、少なくとも前記サーモモジュール、前記ベース、前記レーザダイオード、前記第1の光ファイバ、前記固定手段を収容するパッケージを有し、該パッケージの底板に前記サーモモジュールが搭載され、該サーモモジュールは、ベース側板材と、底板側板材と、これら板材に挟着されるベルチェ素子とを有する半導体レーザモジュールであって、前記ベースは前記サーモモジュール上に接触させて配置されて前記レーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて前記固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記レーザダイオード搭載部材は前記固定手段搭載部材の線膨張係数と前記サーモモジュールのベース側板材の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項4】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されており、少なくとも前記サーモモジュール、前記ベース、前記レーザダイオード、前記第1の光ファイバ、前記固定手段を収容するパッケージを有し、該パッケージの底板に前記サーモモジュールが搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースは前記サーモモジュール上に接触させて配置されて前記レーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて前記固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記パッケージの底板は前記ベースのレーザダイオード搭載部材と略同一の線膨張係数を有する材質で形成されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項5】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持された状態で固定手段により両側部がわから挟持されて前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースには前記固定手段を搭載する固定手段搭載部が形成され、該固定手段搭載部と前記固定手段とをレーザ溶接してなる第1のレーザ溶接部と、前記固定手段と前記光ファイバ支持手段とをレーザ溶接してなる第2のレーザ溶接部とは、前記パッケージ底板に対し垂直な方向の高さが略同じ高さに形成されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項6】 固定手段は複数設けられて互いに光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で第1の光ファイバをベースに固定する態様と成していることを特徴とする請求項3乃至請求項5のいずれか一つに記載の半導

体レーザモジュール。

【請求項7】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースには前記第1の光ファイバの側部少なくとも片側の光ファイバ長手方向の少なくとも一部に沿って、前記ベースの撓みを防止する撓み防止手段が設けられていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項8】 撓み防止手段はレーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と第1の光ファイバにおけるレーザ光の受光端を結ぶ軸線部の側部少なくとも片側に設けられていることを特徴とする請求項7記載の半導体レーザモジュール。

【請求項9】 固定手段は複数設けられて互いに第1の光ファイバの長手方向に間隔を介した位置で第1の光ファイバを支持してベースに固定する態様と成しており、撓み防止手段はレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の側部少なくとも片側に設けられていることを特徴とする請求項7又は請求項8記載の半導体レーザモジュール。

【請求項10】 ベースは固定手段を搭載する固定手段搭載部材と、レーザダイオードを搭載すると共にサーモモジュール側に接触するレーザダイオード搭載部材とを有して構成され、前記固定手段搭載部材と撓み防止手段を一体部材により形成したことを特徴とする請求項7乃至請求項9のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項11】 撓み防止手段は固定手段搭載部材の底部から少なくとも上側に立設された壁部を第1の光ファイバの長手方向に形成して成ることを特徴とする請求項7乃至請求項10のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項12】 ベースの固定手段搭載部材または固定手段搭載部、固定手段、撓み防止手段の少なくとも一つはFe-Ni-Co合金で形成されていることを特徴とする請求項3乃至請求項11のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項13】 ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザ

ダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持されており、前記設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記第1の光ファイバと前記レーザダイオードとが調心された状態で光ファイバ支持手段の前記レーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部がそれぞれの箇所において固定手段により両側から挟持固定されており、前記光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部を固定する固定手段は対の固定部品からなり、この対の固定部品は光ファイバ支持手段を両側から挟んだ状態で前記ベースに固定されており、該固定部品と光ファイバ支持手段とがレーザ溶接固定されていることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項14】 光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部には、光ファイバ支持手段と間隔を介してガイド部がベース上に設けられ、該ガイド部にガイドされた固定部品が光ファイバ支持手段の両側部がわに配置されて前記ガイド部に固定されていることを特徴とする請求項13記載の半導体レーザモジュール。

【請求項15】 ベースはサーモモジュールにおける第1の光ファイバ搭載側端部より光ファイバ長手方向に突出して設けられていることを特徴とする請求項1乃至請求項14のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項16】 ベースはサーモモジュール上に配置されてレーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記固定手段搭載部材は前記レーザダイオード搭載部材における第1の光ファイバ搭載側端部よりも光ファイバ長手方向に突出して設けられていることを特徴とする請求項15記載の半導体レーザモジュール。

【請求項17】 レーザダイオード搭載部材はレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段を機械的に補強する補強部を有しており、該補強部の下面はサーモモジュールに接触していないことを特徴とする請求項16記載の半導体レーザモジュール。

【請求項18】 第1の光ファイバのレーザダイオードと反対側の端面は前記第1の光ファイバの光軸に対して斜めに形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項17のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

10

20

30

40

50

【請求項19】 第2の光ファイバと該第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間に、前記レーザダイオードから出射される光を第2の光ファイバの先端側に集光する集光レンズが設けられていることを特徴とする請求項1乃至請求項18のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項20】 第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面と集光レンズとの間にコリメートレンズが設けられていることを特徴とする請求項19記載の半導体レーザモジュール。

【請求項21】 第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面と集光レンズとの間に該集光レンズと間隔を介してコリメートレンズが設けられており、該コリメートレンズと前記集光レンズとの間にアイソレータが設けられていることを特徴とする請求項19記載の半導体レーザモジュール。

【請求項22】 集光レンズの入射側に光透過板が設けられており、該光透過板を前記集光レンズの光軸に対して斜めに配設したことを特徴とする請求項19又は請求項20又は請求項21記載の半導体レーザモジュール。

【請求項23】 第2の光ファイバの先端側にはファイバレンズが形成されており、該ファイバレンズの先端側とレーザダイオードのレーザ光出射端面とが対向配置されていることを特徴とする請求項1乃至請求項22のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュール。

【請求項24】 請求項1乃至請求項23のいずれか一つに記載の半導体レーザモジュールを励起光源として用いたラマンアンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信分野に用いられる半導体レーザモジュールおよびその半導体レーザモジュールを用いたラマンアンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】情報社会の発展により、通信情報量が飛躍的に増大する傾向にあり、このような情報の増大化に伴い、波長多重伝送(WDM伝送)が通信分野に広く受け入れられ、今や波長多重伝送の時代を迎えている。波長多重光伝送は、複数の波長の光を1本の光ファイバで伝送できるため、大容量高速通信に適した光伝送方式であり、現在、この伝送技術の検討が盛んに行なわれている。

【0003】波長多重伝送は、現在、エルビウムドープファイバ(EDF)型光増幅器の利得帯域である波長1.55 μ m帯で行なうことを検討しているが、波長多重伝送の帯域をさらに広帯域で行なえるようにするために、ラマン増幅に対する期待が高まっている。

【0004】ラマン増幅は、光ファイバに強い光(励起光)を入射したときに、誘導ラマン散乱により、励起光波長から約100nm程度長波長側にゲインが現われ、

このように励起された状態の光ファイバに、上記ゲインを有する波長域の信号光を入射すると、その信号光が増幅されるという現象を利用した光信号の増幅方法である。

【0005】したがって、ラマン増幅ではEDFを増幅媒体としなくても、既設の光ファイバを増幅媒体として使用することができ、また、任意の波長において増幅利得を得ることができる。このため、ラマン増幅を利用することにより、波長多重伝送における信号光のチャンネル数を増加させることができる。

【0006】ただし、ラマン利得は、(通常の既設の)通信用光ファイバを使用した場合、100mWの励起光入力で約3dBと小さい。このため、ラマンアンプを複数設け、これらのアンプによる増幅を多重化することにより強い励起光を得ることが必要となり、一般に、多重化によりトータルで500mW~1W程度の励起光とすることが検討されている。

【0007】また、ラマン増幅(特に前方励起)では、増幅の起こる過程が早く起こるため、ポンプ光強度が揺らいでいると、ラマン利得が揺らぐことになり、これがそのまま信号光強度の揺らぎとして出てしまう。このため、励起光のノイズを小さくすることが重要となる。

【0008】したがって、ラマン増幅を波長多重伝送用に適用するためには、ラマンアンプの励起光源を、ノイズが小さく、かつ、例えば300mW以上の高出力を有し、さらに、波長安定性の良好な光源とする必要があり、このような特性を有する励起光源用の半導体レーザモジュールの開発が非常に重要となっている。

【0009】ところで、半導体レーザモジュールは、半導体レーザ(レーザダイオード)からのレーザ光を光伝送側の光ファイバに光学的に結合させたデバイスであり、上記のような励起光源としてのみならず、信号光光源としても適用され、その構成も様々なものが提案されている。図16には、半導体レーザモジュールの一例として、波長安定性を良好にするためにファイバグレーティング技術を用いた、信号光光源用の半導体レーザモジュールが示されている。

【0010】この提案の半導体レーザモジュールは、特開2000-208869号に提案されたものであり、同図において、パッケージ27内に設けられたサーモモジュール25上にベース2が搭載されている。また、該ベース上2のLDボンディング部21上にヒートシンク22を介して、レーザダイオード1が搭載固定されている。

【0011】前記ベース2上には、前記レーザダイオード1に光結合される第1の光ファイバ4が搭載され、第1の光ファイバ4はその先端側に形成されたファイバレンズ14の先端側をレーザダイオード1の一端31側に向けて配置されている。第1の光ファイバ4は金属製のスリーブ3に支持された状態で、前記ベース2の上側に

突出する固定アーム63に固定部62でレーザ溶接固定されている。

【0012】なお、上記のようにスリーブ3とベース2をレーザ溶接により固定するので、ベース2を熱伝導率が低く、レーザ溶接性に富む金属製にする必要があり、また、ベース2上には第1の光ファイバ4を搭載することから、ベース2の材質は、第1の光ファイバ4を形成するガラス系材料と線膨張係数が近い材質であることが好ましい。そのため、従来の半導体レーザモジュールにおいて、ベース2はFe-Ni-Co合金であるコパ

ール(商標)により形成されていることが一般的である。
【0013】前記第1の光ファイバ4は設定波長の光を反射する回折格子としてのグレーティング12を有しており、第1の光ファイバ4は、前記レーザダイオード1の一端31側から出射される光を、ファイバレンズ14を介して受光し、この受光した光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオード1に帰還させる構成と成している。

【0014】また、第1の光ファイバ4の後端側にはモニタフォトダイオード9が対向配置されており、モニタフォトダイオード9はパッケージ27内に固定されたモニタフォトダイオード固定部39に固定されている。モニタフォトダイオード9は、第1の光ファイバ4を透過したレーザ光を受光することによりレーザダイオード1の出力をモニタする。

【0015】前記レーザダイオード1の他端30側には該レーザダイオード1の他端30側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバ13が間隔を介して対向配置されている。第2の光ファイバ13の接続端面側はフェルル59に挿入固定されており、フェルル59はパッケージ27の後端側に固定されている。

【0016】レーザダイオード1の他端30と第2の光ファイバ13との間には、レーザダイオード1側から順に、コリメートレンズ51、光透過板55、集光レンズ57が互いに間隔を介して配置されており、コリメートレンズ51は前記ベース2に固定され、集光レンズ57はレンズホルダ56に固定されてパッケージ27に固定されている。

【0017】なお、上記のような従来の半導体レーザモジュールにおいて、通常、前記サーモモジュール25は前記パッケージ27の底板26上に搭載されており、パッケージ27の底板26はCu-W合金のCuW20(重量比はCuが20%、Wが80%)等により形成されている。また、通常、図17の(a)に示すように、サーモモジュール25は、ベース側板材17と、底板側板材18と、これら板材17、18に挟着されるペルチエ素子19とを有しており、サーモモジュール25のベース側板材17と底板側板材18は共にAl₂O₃により形成されている。

【0018】上記半導体レーザモジュールにおいて、第

1の光ファイバ4と第2の光ファイバ13は、いずれもレーザダイオード1と調心されている。そして、レーザダイオード1の一端31側から出射されたレーザ光を第1の光ファイバ4で受光して前記設定波長の光をレーザダイオード1に帰還しながら、レーザダイオード1の他端30側からの出射光を第2の光ファイバ13によって受光し、第2の光ファイバ13内を伝送し、所望の用途に供される。

【0019】なお、上記のように、レーザダイオード1の一端31側から出射されたレーザ光のうち設定波長の光をレーザダイオード1に帰還しながらレーザ光発振を行なう構成とすると、第1の光ファイバ4の先端とレーザダイオード1との間隔を小さくすることができるため、半導体レーザモジュールのRIN(Relative Intensity Noise)を小さくできる。

【0020】また、半導体レーザモジュールにおいて、レーザダイオード1を駆動するために電流を流すと、発熱によりレーザダイオード1の温度が上昇する。この温度上昇はレーザダイオード1の発振波長と光出力の変化を引き起こす原因となるため、半導体レーザモジュールの使用時には、レーザダイオード1の近傍に固定されたサーミスタ(図示せず)によりレーザダイオード1の温度を測定し、この測定値に基づいてサーモモジュール25を作動させ、サーモモジュール25に流す電流を制御することによってレーザダイオード1の温度を一定に保つ制御が行われる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記構成の半導体レーザモジュールにおいては、レーザダイオード1からの出射光を第1の光ファイバ4により受光し、この光のうち設定波長の光をグレーティング12で反射してレーザダイオード1に帰還させる構成であるために、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1に対する位置ずれが生じると、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率が大きく低下してしまう。

【0022】しかしながら、上記従来の半導体レーザモジュールは、第1の光ファイバ4をその長手方向の1点の位置で固定部62で挟持固定する構成であるために、第1の光ファイバ4を適切に調心固定することが困難であり、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1に対する位置ずれが生じ易いといった問題があった。

【0023】また、上記のような従来の半導体レーザモジュールは、通常、ベース2をコパールにより形成し、サーモモジュールのベース側板材17をAl₂O₃により形成しており、両者の線膨張係数が大きく異なることから、半導体レーザモジュール使用時のサーモモジュール25の作動に伴って、図17の(b)に示すようにベース2が撓み、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との位置が調心位置からずれ、レーザダイオード1と

第1の光ファイバ4との光結合効率が低下してしまうといった問題が生じた。

【0024】また、例えば半導体レーザモジュールを使用せずに75～85℃の高温環境下で放置したときにも、上記ベース2とサーモモジュール25のベース側板材17との線膨張係数の違いによって同様にベース2が撓み、レーザダイオード1と光第1のファイバ4との光結合がずれ、半導体レーザモジュールを使用しようとしたときに、完全に元の状態に戻らずに光結合のずれが残ったままになってしまうといった問題もあった。

【0025】特に、従来の半導体レーザモジュールにおいては、スリーブ3の固定部62は、ベース2の上側に突出形成された固定アーム63の先端側であり、図のY方向の高度が高い位置に形成されているために、ベース2の撓みが生じたときにスリーブ3が大きく位置ずれし、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率の低下の割合が大きかった。

【0026】そして、上記のように、半導体レーザモジュールの使用時および放置時の使用環境温度変化に応じてレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率が低下すると、第1の光ファイバ4によって受光してレーザダイオード1に帰還する光の強度が小さくなり、半導体レーザモジュールから高出力で波長が安定した光を出力して伝送させることが困難であった。

【0027】したがって、上記従来の半導体レーザモジュールの構成を例えば信号光源や前記ラマン増幅用の励起光源として適用しようとする、波長が安定した必要な出力を得ることができず、波長多重伝送システムなどの構築が困難であった。

【0028】本発明は上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その第1の目的は、レーザダイオードと該レーザダイオードからのレーザ光を受けて設定波長の光をレーザダイオードに帰還させる光ファイバとを、温度変化によらず高精度で光結合することができる信頼性の高い半導体レーザモジュールを提供することにある。また、本発明の第2の目的は、上記のような半導体レーザモジュールを用いることにより、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適のラマンアンプを提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第1の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光の

うち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されている半導体レーザモジュールであって、前記第1の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持された状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で固定手段により前記ベースに固定されている構成をもって課題を解決する手段としている。

10 【0030】また、第2の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1の発明の構成に加え、前記第1の光ファイバの長手方向に間隔を介した複数点位置にそれぞれ設けられた固定手段のうち、レーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段は前記第1の光ファイバを両側部がわから挟持する挟持部を備えた一体部品により形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0031】さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、
20 該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第1の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されており、少なくとも前記サーモモジュール、前記ベース、前記レーザダイオード、前記第1の光ファイバ、前記固定手段を収容するパッケージを有し、該パッケージの底板に前記サーモモジュールが搭載され、該サーモモジュールは、ベース側板材と、底板側板材と、これら板材に挟着されるペルチェ素子とを有する半導体レーザモジュールであって、前記ベースは前記サーモモジュール上に接触させて配置されて前記レーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて前記
30 固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記レーザダイオード搭載部材は前記固定手段搭載部材の線膨張係数と前記サーモモジュールのベース側板材の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0032】さらに、第4の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、
40 該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバ

イバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第 1 の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第 2 の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されており、少なくとも前記サーモモジュール、前記ベース、前記レーザダイオード、前記第 1 の光ファイバ、前記固定手段を収容するパッケージを有し、該パッケージの底板上に前記サーモモジュールが搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースは前記サーモモジュール上に接触させて配置されて前記レーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて前記固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記パッケージの底板は前記ベースのレーザダイオード搭載部材と略同一の線膨張係数を有する材質で形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0033】さらに、第 5 の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第 1 の光ファイバとが搭載され、該第 1 の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第 1 の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持された状態で固定手段により両側部がわから挟持されて前記ベースに固定されており、前記第 1 の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第 2 の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースには前記固定手段を搭載する固定手段搭載部材が形成され、該固定手段搭載部材と前記固定手段とをレーザ溶接してなる第 1 のレーザ溶接部と、前記固定手段と前記光ファイバ支持手段とをレーザ溶接してなる第 2 のレーザ溶接部とは、前記パッケージ底板に対し垂直な方向の高さが略同じ高さに形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0034】さらに、第 6 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 3 乃至第 5 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記固定手段は複数設けられて互いに光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で第 1 の光ファイバをベースに固定する態様と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

【0035】さらに、第 7 の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第 1 の光ファイバとが搭載され、該第 1 の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第 1 の光ファイバは固定手段により前記ベースに固定されており、前記第 1 の光ファイバは設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第 2 の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記ベースには前記第 1 の光ファイバの側部少なくとも片側の光ファイバ長手方向の少なくとも一部に沿って、前記ベースの撓みを防止する撓み防止手段が設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0036】さらに、第 8 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 7 の発明の構成に加え、前記撓み防止手段はレーザダイオードの一端側のレーザ光出射端面と第 1 の光ファイバにおけるレーザ光の受光端を結ぶ軸線部の側部少なくとも片側に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0037】さらに、第 9 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 7 又は第 8 の発明の構成に加え、前記固定手段は複数設けられて互いに第 1 の光ファイバの長手方向に間隔を介した位置で第 1 の光ファイバを支持してベースに固定する態様と成しており、撓み防止手段はレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の側部少なくとも片側に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0038】さらに、第 10 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 7 乃至第 9 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記ベースは固定手段を搭載する固定手段搭載部材と、レーザダイオードを搭載すると共にサーモモジュール側に接触するレーザダイオード搭載部材とを有して構成され、前記固定手段搭載部材と撓み防止手段を一体部材により形成した構成をもって課題を解決する手段としている。

【0039】さらに、第 11 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 7 乃至第 10 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記撓み防止手段は固定手段搭載部材の底部から少なくとも上側に立設された壁部を第 1 の光ファイバの長手方向に形成して成る構成をもって課題を解決する手段としている。

【0040】さらに、第 12 の発明の半導体レーザモジュールは、上記第 3 乃至第 11 のいずれか一つの発明の構成に加え、前記ベースの固定手段搭載部材または固定手段搭載部、固定手段、撓み防止手段の少なくとも一つは Fe-Ni-Co 合金で形成されている構成をもって

課題を解決する手段としている。

【0041】さらに、第13の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上に、レーザダイオードと該レーザダイオードに光結合される第1の光ファイバとが搭載され、該第1の光ファイバはその先端側を前記レーザダイオードの一端側に向けて配置されており、前記第1の光ファイバは光ファイバ支持手段に支持されており、前記設定波長の光を反射する回折格子を有して前記レーザダイオードの一端側から出射される光のうち前記設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成と成し、前記レーザダイオードの他端側には該レーザダイオードの他端側から出射される光を受光して伝送する第2の光ファイバが対向配置されており、前記ベースはサーモモジュール上に搭載されている半導体レーザモジュールであって、前記第1の光ファイバと前記レーザダイオードとが調心された状態で光ファイバ支持手段の前記レーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部がそれぞれの箇所において固定手段により両側から挟持固定されており、前記光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部を固定する固定手段は対の固定部品からなり、この対の固定部品は光ファイバ支持手段を両側から挟んだ状態で前記ベースに固定されており、該固定部品と光ファイバ支持手段とがレーザ溶接固定されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0042】さらに、第14の発明の半導体レーザモジュールは、第13の発明の構成に加え、前記光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部には、光ファイバ支持手段と間隔を介してガイド部がベース上に設けられ、該ガイド部にガイドされた固定部品が光ファイバ支持手段の両側部がわに配置されて前記ガイド部に固定されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0043】さらに、第15の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1乃至第14のいずれか一つの発明の構成に加え、前記ベースはサーモモジュールにおける第1の光ファイバ搭載側端部より光ファイバ長手方向に突出して設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0044】さらに、第16の発明の半導体レーザモジュールは、上記第15の発明の構成に加え、前記ベースはサーモモジュール上に配置されてレーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成され、前記固定手段搭載部材は前記レーザダイオード搭載部材における第1の光ファイバ搭載側端部よりも光ファイバ長手方向に突出して設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0045】さらに、第17の発明の半導体レーザモジ

ジュールは、上記第16の発明の構成に加え、前記レーザダイオード搭載部材はレーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段を機械的に補強する補強部を有しており、該補強部の下面はサーモモジュールに接触していない構成をもって課題を解決する手段としている。

【0046】さらに、第18の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1乃至第17のいずれか一つの発明の構成に加え、前記第1の光ファイバのレーザダイオードと反対側の端面は前記第1の光ファイバの光軸に対して斜めに形成されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0047】さらに、第19の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1乃至第18のいずれか一つの発明の構成に加え、前記第2の光ファイバと該第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間に、前記レーザダイオードから出射される光を第2の光ファイバの先端側に集光する集光レンズが設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0048】さらに、第20の発明の半導体レーザモジュールは、第19の発明の構成に加え、前記第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面と集光レンズとの間にコリメートレンズが設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0049】さらに、第21の発明の半導体レーザモジュールは、第19の発明の構成に加え、前記第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面と集光レンズとの間に該集光レンズと間隔を介してコリメートレンズが設けられており、該コリメートレンズと前記集光レンズとの間にアイソレータが設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0050】さらに、第22の発明の半導体レーザモジュールは、第19又は第20又は第21の発明の構成に加え、前記集光レンズの入射側に光透過板が設けられており、該光透過板を前記集光レンズの光軸に対して斜めに配設した構成をもって課題を解決する手段としている。

【0051】さらに、第23の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1乃至第22のいずれか一つの発明の構成に加え、前記第2の光ファイバの先端側にはファイバレンズが形成されており、該ファイバレンズの先端側とレーザダイオードのレーザ光出射端面とが対向配置されている構成をもって課題を解決する手段としている。

【0052】さらに、第24の発明のラマンアンプは、上記第1乃至第23のいずれか一つの発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いた構成をもって課題を解決する手段としている。

【0053】上記構成の第1、第2の発明の半導体レーザモジュールは、ベース上にレーザダイオードを配置し、該レーザダイオードの一端側から出射される光のうち設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構

成の第1の光ファイバを、光ファイバ支持手段に支持した状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で固定手段により前記ベースに固定している。

【0054】そのため、第1、第2の半導体レーザモジュールにおいて、例えば第1の光ファイバをレーザダイオードに最も近い固定手段により固定した後、この固定部を支点として梃の原理を利用して、第1の光ファイバのレーザダイオードから遠い側を調心移動の後に固定することができる。したがって、第1、第2の半導体レーザモジュールは、第1の光ファイバをレーザダイオードに対して適切に調心固定することができ、第1の光ファイバの位置ずれを抑制することが可能となる。

【0055】また、第3、第4の本発明の半導体レーザモジュールは、ベースはサーモモジュール上に接触配置されてレーザダイオードを搭載するレーザダイオード搭載部材と、該レーザダイオード搭載部材のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されて光ファイバの固定手段を搭載する固定手段搭載部材とを有して構成されている。

【0056】そして、第3の発明の半導体レーザモジュールは、前記レーザダイオード搭載部材は前記固定手段搭載部材の線膨張係数と前記サーモモジュールのベース側板材の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成されているために、従来のようにサーモモジュールのベース側板材と線膨張係数が大きく異なるベースを、前記ベース側板材に接触させて設ける場合に比べ、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化が生じたときにベースとサーモモジュールのベース側板材との線膨張係数差に起因して生じるベースの撓みを緩和できる。

【0057】したがって、第3の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化に伴うレーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率の低下を抑制できる。

【0058】また、第4の発明の半導体レーザモジュールは、レーザダイオード搭載部材とパッケージの底板の線膨張係数を略同一としているので、半導体レーザモジュールの温度変化が生じたときにサーモモジュールの上下両側に同じ応力が加わり、サーモモジュールの撓みが相殺される。したがって、第4の発明の半導体レーザモジュールも、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化に伴うレーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率の低下を抑制できる。

【0059】第5の発明の半導体レーザモジュールは、ベースの固定手段搭載部と第1の光ファイバを支持する光ファイバ支持手段の固定手段とを第1のレーザ溶接部にてレーザ溶接し、前記固定手段と前記光ファイバ支持手段とを第2のレーザ溶接部にてレーザ溶接している。そして、この第1と第2のレーザ溶接部は、半導体レーザモジュールのパッケージ底板に対し垂直な方向の高さ

が略同じ高さに形成されているために、第5の発明の半導体レーザモジュールは、第1の光ファイバの固定部をベースに対して高い位置に形成する場合と異なり、たとえばベースの撓みが生じてその撓みに応じて光ファイバ支持手段が大きく位置ずれすることはない。

【0060】したがって、第5の発明の半導体レーザモジュールも、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化に伴うレーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を抑制できる。

【0061】さらに、第6の発明の半導体レーザモジュールは、上記第3乃至第5の発明において、第1の光ファイバを固定する固定手段を複数設け、互いに光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で第1の光ファイバをベースに固定する態様と成しているため、第1の光ファイバのベースへの調心固定を適切に行なうことができ、第1の光ファイバの位置ずれを抑制することが可能となる。

【0062】さらに、第7から第11の発明の半導体レーザモジュールは、ベースに、光ファイバの側部少なくとも片側の光ファイバ長手方向の少なくとも一部に沿って、前記ベースの撓みを防止する撓み防止手段を設けたために、撓み防止手段によってベースの撓みを抑制でき、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化に伴うレーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を抑制できる。

【0063】さらに、第13、14の発明の半導体レーザモジュールは、第1の光ファイバを支持する光ファイバ支持手段のレーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部を固定手段により固定する構成とし、光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部を固定する固定手段は、光ファイバ支持手段を両側から挟んだ状態で前記ベースに固定された対の固定部品として、該固定部品と光ファイバ支持手段とをレーザ溶接固定するものである。

【0064】光ファイバ支持手段のレーザダイオードに近い側の端部を支点としてレーザダイオード素子から遠い側の光ファイバ支持手段端部側を再調心移動させても、この位置での光ファイバ支持手段端部固定時に、固定位置が再調心位置からずれてしまうと、再調心位置での固定後に、さらに最終的な調心作業が必要となるが、第13、14の発明の半導体レーザモジュールの構成にすると、前記再調心位置での固定位置が再調心位置から殆どずれることなく固定される。

【0065】したがって、第13、14の発明の半導体レーザモジュールは、上記最終的な調心作業は必要なく、容易に短時間で作製でき、しかも、第1の光ファイバを支持する光ファイバ支持手段のレーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部を固定手段により固定することにより、上記第1、第2、第6の発明の半導体レーザモジュールと同様に、第1の光

ファイバの位置ずれを抑制することが可能となる。

【0066】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図1には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第1実施形態例の要部構成が斜視図により示されている。なお、本実施形態例の半導体レーザモジュールもレーザダイオード1等を収容するパッケージ27を有しており、図1においてはパッケージ27を部分的に省略した状態で示している。

【0067】同図に示すように、本実施形態例の半導体レーザモジュールは、従来例と同様に、パッケージ27内に設けられたサーモモジュール25、ベース2、レーザダイオード1、第1の光ファイバ4等を有して構成されている。パッケージ27の側壁には複数のリード端子60が互いに間隔を介して配設されており、リード端子60はパッケージ27の外側に向けて突出形成されている。

【0068】本実施形態例が従来例と異なる最も特徴的な構成は、ベース2の構成およびベース2への第1の光ファイバ4の固定構造であり、これらの構成により、本実施形態例の半導体レーザモジュールは、使用環境温度変化によらずレーザダイオード1と第1の光ファイバ4を高精度で光結合することができる信頼性の高い半導体レーザモジュールと成している。

【0069】以下、本実施形態例の具体的な構成について説明する。本実施形態例においてレーザダイオード1を直接又は間接に搭載するベース2は、レーザダイオード1を搭載するレーザダイオード搭載部材8と、レーザダイオード搭載部材8上に設けられる固定手段搭載部材5とを有している。固定手段搭載部材5は固定手段6、7を搭載するものであり、固定手段6、7は互いに光ファイバ長手方向に間隔を介して配置されている。

【0070】第1の光ファイバ4は光ファイバ支持手段としての金属製スリーブ3に支持固定されており、固定手段6、7は、スリーブ3の支持固定を介して第1の光ファイバ4をベース2に固定している。第1の光ファイバ4のコアには図示しないグレーティングが形成されている。

【0071】本実施形態例の第1の特徴は、上記のように、第1の光ファイバ4をスリーブ3に支持した状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点（ここでは2点）の位置で固定手段6、7によりベース2に固定したことである。なお、第1の光ファイバ4はレーザダイオード1に調心された状態で、固定手段6、7により両側から挟持固定されている。

【0072】また、前記ベース2はサーモモジュール25上に搭載されており、ベース2のレーザダイオード搭載部材8がサーモモジュール25上にサーモモジュール

25と接触して配置されている。また、図1、図3に示すように、レーザダイオード搭載部材8の上部側には該レーザダイオード搭載部材8と一体部材で構成されるLDボンディング部21が設けられてレーザダイオード搭載領域と成している。前記固定手段搭載部材5はレーザダイオード搭載部材8のレーザダイオード搭載領域を避けた位置に配置されている。

【0073】なお、図3は、ベース2を分解状態で示す斜視図であり、同図にハッチングを付して示す銀ろう接合部46により、固定手段搭載部材5がレーザダイオード搭載部材8上に固定されている。

【0074】本実施形態例の第2の特徴は、上記の如くベース2を固定手段搭載部材5とレーザダイオード搭載部材8とを有する構成とし、レーザダイオード搭載部材8を、前記固定手段搭載部材5の線膨張係数と前記サーモモジュール25のベース側板材17の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成したことである。具体的には、本実施形態例において、固定手段搭載部材5はコパールにより形成し、レーザダイオード搭載部材8はCu-W合金のCuW10（重量比はCuが10%、Wが90%）により形成している。

【0075】なお、CuW10は、熱伝導率が180～200（W/m・K）であり、コパールの熱伝導率である17～18（W/m・K）の約10倍の熱伝導率を有している。

【0076】本実施形態例の第3の特徴は、パッケージ27の底板26をベース2のレーザダイオード搭載部材8と同一材質により形成し、それにより、底板26の線膨張係数とレーザダイオード搭載部材8の線膨張係数を同一としたことである。

【0077】本実施形態例の第4の特徴は、図1、図2に示すように、固定手段搭載部としての固定手段搭載部材5と固定手段6、7とを第1のレーザ溶接部10によりレーザ溶接し、前記固定手段6、7と前記スリーブ3とを第2のレーザ溶接部11（11a、11b）によりレーザ溶接し、前記パッケージ底板26に対し垂直な方向の、第1のレーザ溶接部10と第2のレーザ溶接部11の高さを略同じ高さに形成したことである。

【0078】前記レーザ溶接は、YAGレーザ等により行われ、パッケージ底板26に対し垂直な方向の、第1のレーザ溶接部10と第2のレーザ溶接部11の高さの差は、±500μm以内、好ましくは±50μm以内に形成されている。

【0079】また、前記固定手段6側の第1、第2のレーザ溶接部10、11の高さは第1の光ファイバ4のレーザ光受光端32の位置および光軸中心位置と同じ高さになっている。なお、第1の光ファイバ4のファイバレンズ14は、図6に示す先球形状と成しており、その先端がレーザ光受光端32である。このレーザ光受光端32は、レーザダイオード1の活性層（図示せず）と同一

平面に配置されている。

【0080】ここで、固定手段搭載部材 5 と固定手段 6, 7 をレーザ溶接する際、該固定手段搭載部材 5 の上面と固定手段 6, 7 の上面とが面一（±100 μm 以内）となるようにすれば、製品ごとにレーザ溶接部 10 の高さを容易に均一にすることができるので好ましい。

【0081】本実施形態例の第 5 の特徴は、図 2、図 4 に示すように、前記ベース 2 の固定手段搭載部材 5 に、前記第 1 の光ファイバ 4 の側部両側に、第 1 の光ファイバ 4 の長手方向に沿って形成された撓み防止手段 15 を形成したことである。この撓み防止手段 15 はベース 2 の撓みを防止するものであり、本実施形態例では、撓み防止手段 15 は、図 4 に示すように、固定手段搭載部材 5 の底部 16 から少なくとも上側に立設された壁部を第 1 の光ファイバ 4 の長手方向に形成して成るものである。

【0082】図 2 に示すように、撓み防止手段 15 は固定手段搭載部材 5 の長手方向全領域（同図の破線枠 B 内の領域）に設けられており、撓み防止手段 15 は、レーザダイオード 1 の一端 31 のレーザ光出射端面と第 1 の光ファイバ 4 におけるレーザ光の受光端 32 を結ぶ軸線部 33 の側部両側と、レーザダイオード 1 に近い側に位置する固定手段 6 の側部両側にも設けられている。撓み防止手段 15 の先端部はレーザダイオード搭載部材 8 の LD ボンディング部 21 の配設領域まで伸設されている。

【0083】本実施形態例では、撓み防止手段 15 は固定手段搭載部材 5 と一体部材により形成されており、図 2、図 3 に示すように、撓み防止手段 15 を成す壁部と固定手段固定用壁部 35 によって前記固定手段 6, 7 の嵌合凹部 37 a, 37 b が形成され、固定手段 6, 7 は対応する嵌合凹部 37 a, 37 b に嵌合した状態で、第 1 のレーザ溶接部 10 により固定手段搭載部材 5 に溶接固定されている。

【0084】なお、本実施形態例において、固定手段搭載部材 5 を形成する際に、図 3 に示すように、例えば固定手段 6, 7 の嵌合凹部 37 a, 37 b とスリーブ 3 の挿入部 38 を削り貫いた形状に成形することにより、撓み防止手段 15 を成す壁部と固定手段固定用壁部 35 を一体的に形成した固定手段搭載部材 5 を得ることができる。

【0085】本実施形態例の第 6 の特徴は、固定手段 6, 7 のうち、レーザダイオード 1 に近い側に位置する固定手段 6 は、図 5 の (a)、(b) に示すように、第 1 の光ファイバ 4 を両側部がわから挟持する挟持部 28 を備えた一体部品により形成されていることである。

【0086】なお、固定手段 6 の形状は図 5 の (b) に示すように挟持部 28 をアーム状に形成すると、レーザ溶接部 11 a を支点としてスリーブ 3 ごと第 1 の光ファイバ 4 を回動させた際に、レーザ溶接部 11 a に加わる

応力が、挟持部 28 のアームの変形応力に分散され、応力集中を防止できる。

【0087】本実施形態例の第 7 の特徴は、前記固定手段 6, 7 のうち、スリーブ 3 のレーザダイオード 1 から遠い側の端部を固定する固定手段 7 は対の固定部品 7 a, 7 b からなり、この対の固定部品 7 a, 7 b はスリーブ 3 を両側から挟んだ状態で前記ベース 2 の固定手段搭載部材 5 に固定されており、該固定部品 7 a, 7 b は前記第 1 のレーザ溶接部 11 b でスリーブ 3 とレーザ溶接固定されていることである。

【0088】本実施形態例において、固定部品 7 a, 7 b を第 1 の光ファイバ 4 の長手方向に挟む両側の固定手段固定用壁部 35 が、スリーブ 3 と間隔を介してベース 2 上に設けられたガイド部として機能し、固定部品 7 a, 7 b は固定手段固定用壁部 35 にガイドされ、固定されている。

【0089】本実施形態例の第 8 の特徴は、ベース 2 の固定手段搭載部材 5 がサーモモジュール 25 における第 1 の光ファイバ 4 の搭載側端部より光ファイバ長手方向に突出して設けられていることである。また、本実施形態例において、前記スリーブ 3 はサーモモジュール 25 における光ファイバ搭載側端部から突出した固定手段搭載部材 5 に固定されている。

【0090】本実施形態例の第 9 の特徴は、第 1 の光ファイバ 4 のレーザダイオード 1 と反対側の端面（図示せず）を、第 1 の光ファイバ 4 の光軸に対して 45° 程度斜めに形成したことである。

【0091】なお、本実施形態例において、第 1 の光ファイバ 4 のレーザダイオード 1 と反対側の端面に対向させて、モニタフォトダイオード 9 が設けられており、モニタフォトダイオード 9 はモニタフォトダイオード固定部 39 に固定されている。モニタフォトダイオード固定部 39 は主にアルミナにより形成されており、モニタフォトダイオード固定部 39 は半田材等によりベース 2 のレーザダイオード搭載部材 8 上に固定されている。

【0092】また、本実施形態例において、図 7 に示すように、前記レーザダイオード 1 は主に AuSn 半田から成る半田材 40 によってヒートシンク 22 上に固定され、ヒートシンク 22 は主に AuSn 又は AuSi を有する半田材 41 によってレーザダイオード搭載部材 8 上に固定されている。ヒートシンク 22 は AlN やダイヤモンド等の高熱伝導性材料により形成されている。

【0093】また、図 1、図 8 に示すように、レーザダイオード 1 の他端 30 側に間隔を介し、第 2 の光ファイバ 13 が対向配置されており、第 2 の光ファイバ 13 は、フェルル 59 に支持固定された状態でフェルルホルダ 58 に固定されている。

【0094】図 1、図 2、図 8 に示すように、前記レーザダイオード 1 の他端 30 と前記第 2 の光ファイバ 13 との間には、レーザダイオード 1 の他端 30 の面に間隔

を介して、レーザ光を平行光とするコリメートレンズ51が設けられており、コリメートレンズ51はレンズホルダ52に支持固定された状態で、ベース2のレーザダイオード搭載部材8上に搭載固定されている。なお、図1では、レンズホルダ搭載部47をハッチングにより示している。

【0095】レーザダイオード搭載部材8には、コリメートレンズ51と間隔を介してアイソレータ53が設けられ、アイソレータ53はアイソレータホルダ54を介してレーザダイオード搭載部材8上に固定されている。アイソレータ53の出射側には、間隔を介して集光レンズ57が設けられており、アイソレータ53と集光レンズ57との間には光透過板55が設けられている。

【0096】集光レンズ57はレーザダイオード1から出射される光を第2の光ファイバ13の先端側に集光するものであり、集光レンズ57はレンズホルダ56に固定されている。集光レンズ57の入射側に設けられた光透過板55は、サファイヤガラスなどにより形成されており、パッケージ27の封止用の機能を有している。また、本実施形態例において、光透過板55は集光レンズ57の光軸に対して斜めに配設されている。

【0097】なお、本実施形態例において、前記第1の光ファイバ4をベース2の固定手段搭載部材5に固定する作業は、以下のようにして行われている。すなわち、まず、第1の光ファイバ4とレーザダイオード1とを調心した状態で、固定手段6によりスリーブ3のレーザダイオード1に近い側の端部を両側部がわから挟持固定する。

【0098】この調心は、例えば以下のようにして行なわれる。すなわち、ベース2の固定部品搭載部材5上の嵌合凹部37aに固定部品6を配置し、この固定部品6の挟持部28（図5参照）間に第1の光ファイバ4を配置する。なお、挟持部28とスリーブ3との間隔は、0～20 μ m程度とする。その状態で、レーザダイオード1から遠い側の側のスリーブ3の端部を、例えば調心治具によって把持し、調心治具を用いてレーザダイオード1と第1の光ファイバ4とを調心する。なお、このとき、固定部品6はスリーブ3と共にベース2の固定手段搭載部材5の表面に沿ってX方向に移動可能とする。

【0099】前記調心の後、固定部品6を第1のレーザ溶接部10によりベース2の固定手段搭載部材5に固定する。その後、スリーブ3を固定部品6に第2のレーザ溶接部11aで溶接固定し、スリーブ3のレーザダイオード1に近い側を固定手段搭載部材5に固定した状態とする。なお、固定部品6を固定手段搭載部材5に先に固定し、その後、スリーブ3を固定部品6に溶接固定するか、あるいは、その逆の工程をとるかは、調心がほどよくできるように、適宜選択してもよい。

【0100】その後、固定部品6による挟持部（ここではレーザ溶接部11a）を支点としてレーザダイオード

1から遠い側のスリーブ3の端部を、前記調心治具によって図1のY方向に調心移動させて、第1の光ファイバ4とレーザダイオード1とを再調心する。

【0101】そして、ベース2の固定手段搭載部材5の固定手段固定用壁部35にガイドされる状態で、嵌合凹部37bに固定部品7a、7bを挿入し、スリーブ3の両側部がわに静かに配置する。この固定部品7a、7bは、固定手段固定用壁部35にガイドされて、スリーブ3の光軸に対して略直交する図のX方向に、ベース2の固定手段搭載部材5の表面に沿ってスライド移動するものであり、このスライド移動によって、スリーブ3の両側部がわの固定部品7a、7bとスリーブ3の側面との間隔を0～約5 μ mに調整する。

【0102】そして、固定部品7a、7bを、複数の第1のレーザ溶接部10によって固定手段固定用壁部35に溶接固定した後、固定部品7a、7bとスリーブ3を第2のレーザ溶接部11bによりレーザ溶接固定（例えばYAG溶接固定）する。

【0103】なお、前記調心作業は、例えば、レーザダイオード1からレーザ光を発振させて第1の光ファイバ4に入射させて伝播させながら、前記のように、調心治具等を用いてスリーブ3のレーザダイオード1から遠い側の端部を調心移動させ、第1の光ファイバ4を伝播するレーザ光の強度がもっとも強くなる位置を調心位置とすることにより行われる。

【0104】また、スリーブ3の調心移動は、例えば、調心治具にステッピングモータなどを取り付け、第1の光ファイバ4を伝播して出射される光の強度を検出する光強度検出装置を監視しながら、ステッピングモータによるスリーブ3の移動量を人が調節して行なってもよいし、前記光強度検出装置とステッピングモータの駆動装置を共にコンピュータに接続し、コンピュータ制御により自動的にスリーブ3を調心位置に移動させるようにして行なってもよい。

【0105】本実施形態例の半導体レーザモジュールは以上のように構成されており、本実施形態例の半導体レーザモジュールは、従来例と同様に、レーザダイオード1の一端31側から出射されたレーザ光を第1の光ファイバ4で受光して前記設定波長の光をレーザダイオード1に帰還しながら、レーザダイオード1の他端30側からの出射光を第2の光ファイバ13によって受光し、第2の光ファイバ13内を伝送させる。

【0106】また、このとき、本実施形態例でも従来例と同様にサーモモジュール25によるレーザダイオード1の温度制御が行なわれる。

【0107】本実施形態例によれば、第1の光ファイバ4をスリーブ3に支持した状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した2点位置で固定手段6、7によりベース2に固定しているので、ベース2上に、第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に対して適切に調心固定するこ

10

20

30

40

50

とができ、第1の光ファイバ4の位置ずれを抑制することができる。

【0108】また、本実施形態例によれば、サーモモジュール25のベース側板部材17に接触するベース2のレーザダイオード搭載部材8は、その上側に設けられている固定手段搭載部材5の線膨張係数とサーモモジュール25のベース側板材17の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質（言い換えればコパールとAl₂O₃の間の線膨張係数を有するCuW10）により形成しているために、従来例のようにコパールにより形成したベース2をAl₂O₃からなるベース側板材17上に直接接触して設ける場合に比べ、使用環境温度変化によって生じるベース2の撓みが緩和できる。

【0109】したがって、本実施形態例によれば、使用環境温度変化に起因したレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を抑制することができる。

【0110】しかも、レーザダイオード搭載部材8を形成するCuW10は熱伝導率が良好で、コパールの熱伝導率の約10倍の熱伝導率を有するために、本実施形態例においては、レーザダイオード1で発生した熱が、ヒートシンク22、レーザダイオード搭載部材8を介して効率的にサーモモジュール25側に伝えられるので、サーモモジュール25によってレーザダイオード1を効率的に冷却することができる。

【0111】そのため、本実施形態例によれば、レーザダイオード1およびサーモモジュール25の消費電力を小さくでき、消費電力の小さい半導体レーザモジュールとすることができるし、サーモモジュール25の撓み量を小さくすることができる。

【0112】また、本実施形態例によれば、レーザダイオード搭載部材8とパッケージ27の底板26の線膨張係数を同一としているので、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化が生じたときにサーモモジュール25の上下両側に同じ応力が加わり、サーモモジュール25の撓みが相殺される。したがって、本実施形態例によれば、使用環境温度変化に起因したレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下をより一層効率的に抑制することができる。

【0113】さらに、本実施形態例によれば、ベース2の固定手段搭載部材5と固定手段6、7とをレーザ溶接してなる第1のレーザ溶接部10と、固定手段6、7とスリーブ3とをレーザ溶接してなる第2のレーザ溶接部11とは、パッケージ底板26に対し垂直な方向の高さが略同じ高さに形成されているために、たとえ多少ベース2の撓みが生じて、この撓みによってスリーブ3が第1のレーザ溶接部10を支点に大きく位置ずれすることはなく、したがって、レーザダイオード1と光ファイバ2との光結合効率の低下をさらにより一層効率的に抑制することができる。

【0114】さらに、本実施形態例によれば、ベース2の固定手段搭載部材5に、光ファイバ4の長手方向に沿って、ベース2の撓みを防止する撓み防止手段15を設けているために、撓み防止手段15によってベース2の光ファイバ長手方向に沿った撓みを抑制できる。

【0115】特に、本実施形態例の半導体レーザモジュールにおいて、レーザダイオード1から出射される光は、第1の光ファイバ4の先端側から第1の光ファイバ4に入射するので、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合に際し、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4のレーザ光受光端32との位置ずれを抑制することは極めて重要であり、したがって、上記軸線部33におけるベース2の撓みを抑制することは極めて重要である。

【0116】また、同様に、レーザダイオード1に近い固定手段6によるスリーブ3の固定位置がずれると、例えば固定手段6よりもレーザダイオード1から遠い固定手段7によるスリーブ3の固定位置がずれる場合に比べ、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下が大きいため、固定手段6の配設領域におけるベース2の撓みを抑制することは極めて重要である。

【0117】そこで、本実施形態例では、撓み防止手段15を、レーザダイオード1の一端31と第1の光ファイバ4におけるレーザ光の受光端32を結ぶ軸線部33の側部両側と、レーザダイオード1に近い側に位置する固定手段6の側部両側を含む固定手段搭載部材5の光ファイバ長手方向に沿った領域に設けており、それにより、上記軸線部33および固定手段6の配設領域におけるベース2の撓みを抑制できるため、半導体レーザモジュールの使用環境温度変化に応じたベース2の撓みを効果的に抑制でき、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を非常に効率的に抑制することができる。

【0118】さらに、本実施形態例では、撓み防止手段15を、固定手段搭載部材5の底部16から少なくとも上側に立設された壁部を第1の光ファイバ4の長手方向に形成したものとし、撓み防止手段15を固定手段搭載部材5と一体部材により形成したために、撓み防止手段15を固定手段搭載部材5と別部品により構成し、これらを接着するときのように撓み防止手段15と固定手段搭載部材5との接続による強度低下が生じることもなく、撓み防止手段15を簡単な構成とし、しかも、ベース2の撓みを効果的に抑制することができる。

【0119】さらに、本実施形態例によれば、レーザダイオード1に近い側で第1の光ファイバ4を支持固定する固定手段6は、第1の光ファイバ4を両側部がわから挟持する挟持部28を備えた一体部品により形成したために、固定手段6を固定手段7のように第1の光ファイバ4を片側ずつ支持する固定部品とした場合に比べ、挟持部28の両側を第1の光ファイバ4の下方において連

結する連結部49があるので、図2、図5のX方向のベース2の撓みを抑制することができる。したがって、本実施形態例によれば、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下をさらにより一層効率的に抑制することができる。

【0120】さらに、本実施形態例によれば、レーザダイオード1から遠い側の端部を固定する固定手段7は、スリーブ3を両側から挟んだ状態で前記ベース2に固定された対の固定部品7a、7bとしており、前記固定方法を用いて第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に対して調心固定することによって、固定部品7a、7bとスリーブ3とのYAG溶接時のフェール移動量を少なくし、スリーブ3の固定部品7a、7bによる固定時に、スリーブ3のずれが殆どないようにしている。

【0121】そのため、本実施形態例によれば、半導体レーザモジュール作製に伴う調心作業を正確に行なえ、かつ、その作業時間を非常に短くすることができ、その分だけコストも安くすることができる。

【0122】さらに、本実施形態例によれば、ベース2の固定手段搭載部材5をサーモモジュール25における光ファイバ搭載側端部より光ファイバ長手方向に突出して設けているために、サーモモジュール25に接触していない部分(突出部分)はサーモモジュール25の撓みの影響を受けることはない。

【0123】そして、本実施形態例において、スリーブ3はサーモモジュール25の端部から突出した固定手段搭載部材5に固定されているために、スリーブ3がサーモモジュール25の撓みの影響を非常に受け難くなり、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下をさらにより一層効率的に抑制することができる。

【0124】さらに、本実施形態例によれば、固定手段搭載部材5をコパールにより形成しており、コパールは第1の光ファイバ4と線膨張係数がほぼ同一であり、しかもレーザ溶接性に優れているために、第1の光ファイバ4との線膨張係数の違いによって第1の光ファイバ4に悪影響を及ぼすことを抑制できるし、スリーブ3とのレーザ溶接作業性も良好で、製造しやすい半導体レーザモジュールとすることができる。

【0125】さらに、本実施形態例によれば、従来例と同様に、第2の光ファイバ13による光伝送側と反対側に設けた第1の光ファイバ4によって、レーザダイオード1のレーザ光をレーザダイオード1に帰還させる構成としているために、第1の光ファイバ4の先端(レーザ光受光端32)とレーザダイオード1の一端31との距離を非常に短くでき、ノイズが小さく波長安定性の良好な半導体レーザモジュールとすることができる。

【0126】さらに、本実施形態例によれば、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1と反対側の端面を、第1の光ファイバ4の光軸に対して斜めに形成したため

に、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1と反対側の端面で反射した光がレーザダイオード1側に戻ることを抑制でき、レーザダイオード1からの出力を安定化することができる。

【0127】さらに、本実施形態例では、コリメートレンズ51と集光レンズ57との間に、アイソレータ53を設けているので、レーザ光が第2の光ファイバ13側からレーザダイオード1に戻ることを確実に抑制でき、半導体レーザモジュールの出力を安定化することができる。

【0128】さらに、第2の光ファイバ2の入射端側に設けた光透過板55は、集光レンズ57の光軸に対して斜めに配設しているので、光透過板55で反射したレーザ光がレーザダイオード1に戻ることを抑制でき、半導体レーザモジュールの出力をより一層安定させることができる。

【0129】以上のように、本実施形態例は、使用環境温度変化によらずレーザダイオード1と第1の光ファイバ4を高精度で光結合することができ、ノイズが小さく、高出力で波長安定性の良好な、信頼性の高い半導体レーザモジュールにできる。したがって、本実施形態例の半導体レーザモジュールを励起光源としてラマンアンプを構成すると、このラマンアンプは、波長多重伝送用として適した優れたラマンアンプとすることができる。

【0130】図9には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第2実施形態例の要部構成がパッケージ27を一部省略して斜視図により示されている。本第2実施形態例は上記第1実施形態例とほぼ同様に構成されており、本第2実施形態例が上記第1実施形態例と異なる特徴的なことは、サーモモジュール25を上記第1実施形態例よりもレーザ光軸方向に長く形成し、ベース2のレーザダイオード1と反対側の端面をサーモモジュール25より突出させない構成としたことである。

【0131】この構成により、本第2実施形態例の半導体レーザモジュールは、ベース2のレーザダイオード搭載部材8の下面全体をサーモモジュール25のベース側板材17に接触させている。

【0132】本第2実施形態例は以上のように構成されており、本第2実施形態例の半導体レーザモジュールは、ベース2のレーザダイオード搭載部材8の下面全体をサーモモジュール25に接触させているものの、他の構成は上記第1実施形態例と同様であるので、本第2実施形態例も上記第1実施形態例とほぼ同様の効果を奏することができる。

【0133】図10には、本発明に係る半導体レーザモジュールの第3実施形態例における第1の光ファイバ4の固定構成が斜視図により示されており、この固定構成の平面図が図10に示されている。また、図11には、本第3実施形態例におけるベース2の構成が分解図により示されている。

10

20

30

40

50

【0134】本第3実施形態例は上記第1実施形態例とほぼ同様に構成されており、本第3実施形態例が上記第1実施形態例と異なる特徴的なことは、ベース2を構成する固定手段搭載部材5とレーザダイオード搭載部材8の形状を、図9～図11に示す構成としたことである。

【0135】すなわち、本第3実施形態例では、撓み防止手段15を、固定手段搭載部材5とレーザダイオード搭載部材8の両方により形成しており、レーザダイオード1の一端31と第1の光ファイバ4におけるレーザ光の受光端32を結ぶ軸線部33の側部両側と、レーザダイオード1に近い側に位置する固定手段6の側部両側に設けた撓み防止手段15は、レーザダイオード搭載部材8と一体部材により構成している。

【0136】なお、上記第1、第2実施形態例において、第1のレーザ溶接部10は、固定手段搭載部材5と固定手段6、7とのそれぞれの固定部位に3ヶ所ずつ設けたが、本第3実施形態例においては、上記それぞれの固定部位に2ヶ所ずつ設けている。このように、本発明の半導体レーザモジュールにおいて、上記各固定部位におけるレーザ溶接部10の数は特に限定されるものではなく適宜設定されるものである。

【0137】本第3実施形態例は以上のように構成されており、本第3実施形態例も上記第1実施形態例とほぼ同様の効果を奏することができる。

【0138】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記各実施形態例では、撓み防止手段15を、レーザダイオード1の一端31と第1の光ファイバ4におけるレーザ光の受光端32を結ぶ軸線部33の側部両側と、レーザダイオード1に近い側に位置する固定手段6の側部両側を含む構成としたが、撓み防止手段15は、第1の光ファイバ4の少なくとも側部片側の、少なくとも光ファイバ長手方向の一部に沿って設けられて、前記ベース2の撓みを防止する構成とすればよい。

【0139】なお、撓み防止手段15を少なくとも上記軸線部33の側部片側に設けると、軸線部33におけるベース2の撓みを抑制することができ、ベース2の撓みによるレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を効率的に抑制できるため、撓み防止手段15を少なくとも上記軸線部33の側部片側に設けることが好ましい。

【0140】また、互いに第1の光ファイバ4の長手方向に間隔を介した位置で第1の光ファイバ4を支持する態様の固定手段（上記各実施形態例では固定手段6、7）のうち、少なくともレーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段の側部片側に撓み防止手段15を設けると、第1の光ファイバ4のレーザダイオード1に近い側の支持位置のずれを抑制できるために、ベース2の撓みによるレーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を効率的に抑制できるため、撓み防

止手段15をレーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段の側部片側に設けることが好ましい。

【0141】さらに、上記第1実施形態例では、撓み防止手段15は固定手段搭載部材8の底部16から上側に立設された壁部を光ファイバ長手方向に形成して構成したが、撓み防止手段15の構成は特に限定されるものでなく適宜設定されるものであり、例えば棒状または角材状の撓み防止手段15を固定手段搭載部材5に接着固定して設けてもよい。

【0142】さらに、上記各実施形態例では、ベース2は固定手段搭載部材5とレーザダイオード搭載部材8とを有する構成としたが、ベース2の構成は特に限定されるものではなく適宜設定されるものであり、例えばベース2は固定手段6、7を搭載する固定手段搭載部材が形成された1つの部材により形成してもよい。

【0143】この場合でも、固定手段6、7によって、第1の光ファイバ4をその長手方向に間隔を介した2点位置で固定することにより、従来例に比べ、第1の光ファイバ4をレーザダイオード1に対して適切に調心固定することができる。

【0144】また、上記のように、上記固定手段搭載部材を有する1つの部材によりベース2を形成しても、上記固定手段搭載部材と固定手段6、7とをレーザ溶接してなる第1のレーザ溶接部10と、固定手段6とスリーブ3とをレーザ溶接してなる第2のレーザ溶接部11とを、パッケージ底板26に対し垂直な方向の高さが略同じ高さになるようにすると、ベース2が撓んだときに生じるスリーブ3の位置ずれを従来の半導体レーザモジュールに比べて小さくすることができ、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を抑制することができる。

【0145】さらに、上記各実施形態例では、第1の光ファイバ4は先球形状のファイバレンズ14を有する構成としたが、第1の光ファイバ4のファイバレンズ14の形状は特に限定されるものでなく適宜設定されるものである。ファイバレンズ14は、例えば図14に示すように、楔型のアナモルフィック（回転非対称）レンズとしてもよいし、楔型以外のアナモルフィックレンズとしてもよい。なお、同図において、14aは稜線を示す。

【0146】さらに、上記各実施形態例では、第1の光ファイバ4の先端側にファイバレンズ14を形成して第1の光ファイバ4とレーザダイオード1とを光結合したが、第1の光ファイバ4とレーザダイオード1の間にコリメートレンズ51や集光レンズ56と同様のレンズ系を設けて第1の光ファイバ4とレーザダイオード1とを光結合する構成も可能である。

【0147】さらに、上記各実施形態例では、第2の光ファイバ13とレーザダイオード1の他端30側との間に、コリメートレンズ51、アイソレータ53、集光レンズ57を設けたが、例えばコリメートレンズ51やア

イソレータ53は省略することもできるし、集光レンズ57を設ける代わりに、例えば図15に示すように、第2の光ファイバ13の先端側にファイバレンズ23を形成してもよい。この場合も、ファイバレンズ23は、同図に示すようなアナモルフィックレンズとしてもよいし、上記各実施形態例の第1の光ファイバ4のファイバレンズ14のような円錐形状のファイバレンズとしてもよい。

【0148】さらに、上記各実施形態例では、レーザダイオード搭載部材8を固定部材搭載部材5よりもレーザダイオード1と反対側に突出させて設け、該突出領域にモニタフォトダイオード9及びモニタフォトダイオード固定部39を設けたが、例えば図13に示すように、固定手段搭載部材5をレーザダイオード搭載部材8よりも突出させて形成し、モニタフォトダイオード固定部39はベース2と別個に設けてもよい。

【0149】固定手段搭載部材5をレーザダイオード搭載部材8よりも突出させて形成すると、この突出部分に搭載されている固定手段6、7やスリーブ3、第1の光ファイバ4がレーザダイオード搭載部材8の撓みの影響を受けることを抑制し、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下をさらに一層効率的に抑制することができる。

【0150】なお、固定手段搭載部材5の突出長さLが長すぎると、レーザダイオード搭載部材8に対する接着強度が不足するため、該突出部が振動を受けた場合に接着が剥がれてしまう可能性があるため、 $L \leq 5 \text{ mm}$ とすることが好ましい。

【0151】また、固定手段搭載部材5をレーザダイオード搭載部材8よりも突出させて形成する場合、図13に示すように、レーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段6の下部側に補強部20を形成すると、固定手段搭載部材5の図のY方向の振動を抑制できる。

【0152】すなわち、レーザダイオード搭載部材8はレーザダイオード1に上記補強部20を形成すると、たとえ固定手段搭載部材5に前記Y方向の振動が加えられたとしても、この振動の支点を固定手段6よりもレーザダイオード1から遠い側にすることができ、レーザダイオード1と第1の光ファイバ4との光結合効率低下を抑制することができる。

【0153】また、上記補強部20を形成し、レーザダイオード搭載部材8を第1の光ファイバ4の長手方向に長く形成することにより、レーザダイオード搭載部材8と固定手段搭載部材5の接触面積を広く取ることができるので、両者を機械的に強固に固定できる。なお、前記補強部20の下面はサーモモジュール25に接触していないために、補強部20がサーモモジュール25の撓みの影響を受けることはない。

【0154】また、補強部20の形状は特に限定されるものでなく適宜設定されるものであり、例えば図13に

示すように直方体形状としてもよいし、同図の斜線Aに示すようなテーパ面を有する構成としてもよい。なお、固定手段搭載部材5をレーザダイオード搭載部材8よりも突出させて形成する場合に、補強部20は省略することもできるが、上記のように補強部20を形成することによる利点があるので、補強部20を設けることが好ましい。

【0155】さらに、上記各実施形態例では、レーザダイオード1に最も近い側に位置する固定手段6は図5に示したような挟持部28を備えた一体部品により形成したが、固定手段6の構成は特に限定されるものでなく適宜設定されるものである。ただし、固定手段6を上記各実施形態例のように構成すると、ベース2のX方向の撓みを抑制することができる。

【0156】さらに、上記実施形態例では、レーザダイオード搭載部材8とパッケージ27の底板26を同一材質として線膨張係数を同一としたが、レーザダイオード搭載部材8とパッケージ27の底板26の線膨張係数が略同一であれば異なる材質のものとしてもよい。また、レーザダイオード搭載部材8とパッケージ27の底板26の線膨張係数は略同一であることが望ましいが、互いに異なるものとしてもよい。

【0157】さらに、上記実施形態例ではリード端子60をパッケージ27の側壁から外側に突出形成したが、リード端子60をパッケージ27の側壁から下側に伸設形成してもよく、リード端子60の配設形態や形状およびパッケージ27の形状等は適宜設定されるものである。

【0158】さらに、上記例では、各実施形態例の半導体レーザモジュールをラマンアンプに適用する例を述べたが、本発明の半導体レーザモジュールは、ラマンアンプ用の励起光源としてのみならず、ラマンアンプ以外のアンプの励起光源や、信号光光源等、光通信用として様々な適用されるものである。

【0159】

【発明の効果】第1、第2の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベース上にレーザダイオードを配置し、該レーザダイオードの一端側から出射される光のうち設定波長の光を前記レーザダイオードに帰還させる構成の第1の光ファイバを、光ファイバ支持手段に支持した状態で光ファイバ長手方向に間隔を介した複数点位置で固定手段によりベースに固定したものであるから、第1の光ファイバを適切にレーザダイオードに対して調心固定することができ、第1の光ファイバの位置ずれを抑制することができる。

【0160】したがって、第1の光ファイバとレーザダイオードとの光結合効率を良好にし、半導体レーザモジュールの出力を安定化することができる。

【0161】また、第2の発明の半導体レーザモジュールによれば、レーザダイオードに最も近い側で光ファイ

バを支持固定する固定手段を、光ファイバを両側部がわから挟持する挟持部を備えた一体部品により形成したものであるから、光ファイバを片側ずつ支持する固定部品の場合に比べ、光ファイバ長手方向に交わる水平方向のベースの撓みを抑制することができ、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率低下を抑制することができる。

【0162】さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースを、サーモモジュール上に接触配置されるレーザダイオード搭載部材とその上側の固定手段搭載部材とにより形成し、レーザダイオード搭載部材は固定手段搭載部材の線膨張係数とサーモモジュールのベース側板材の線膨張係数との間の範囲内の線膨張係数を有する材質により形成したものであるから、従来例のようにベース側板材と線膨張係数が大きく異なるベースをサーモモジュール上に接触して設ける場合に比べ、温度変化によって生じるベースの撓みを緩和することができ、使用環境温度変化に起因したレーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率低下を抑制することができる。

【0163】さらに、第4の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースを、サーモモジュール上に接触配置されるレーザダイオード搭載部材とその上側の固定手段搭載部材とにより形成し、レーザダイオード搭載部材とパッケージの底板の線膨張係数を略同一としているので、半導体レーザモジュールの温度変化が生じたときにサーモモジュールの上下両側に同じ応力が加わり、サーモモジュールの撓みが相殺され、使用環境温度変化に起因したレーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率低下を抑制することができる。

【0164】さらに、第5の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースの固定手段搭載部と光ファイバ支持手段の固定手段とをレーザ溶接してなる第1のレーザ溶接部と、固定手段と光ファイバ支持手段とをレーザ溶接してなる第2のレーザ溶接部とは、パッケージ底板に対し垂直な方向の高さが略同じ高さに形成したものであるから、たとえ多少ベースの撓みが生じて、この撓みによって光ファイバ支持手段が大きく位置ずれすることではなく、したがって、レーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率の低下を抑制することができる。

【0165】さらに、第6の発明の半導体レーザモジュールによれば、上記第3乃至第5の発明の固定手段を、光ファイバ長手方向に間隔を介した位置で第1の光ファイバをベースに固定する複数の固定手段としたものであるから、第1の光ファイバのベースへの調心固定を適切に行なうことができ、さらに、上記の如く、半導体レーザモジュールの温度に起因したレーザダイオードと第1の光ファイバとの光結合効率の低下を抑制でき、安定した出力を得ることができる。

【0166】さらに、第7の発明の半導体レーザモジュ

ールによれば、ベースの光ファイバ側部少なくとも片側に、光ファイバの長手方向の少なくとも一部に沿って、ベースの撓みを防止する撓み防止手段を設けているために、撓み防止手段によってベースの光ファイバ長手方向に沿った撓みを抑制できる。

【0167】さらに、第8の発明の半導体レーザモジュールによれば、前記撓み防止手段を、レーザダイオードの一端側におけるレーザ光の出射端面と光ファイバにおけるレーザ光の受光端を結ぶ軸線部の側部少なくとも片側に設けたものであるから、上記軸線部におけるベースの撓みを抑制し、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を効率的に抑制することができる。

【0168】さらに、第9の発明の半導体レーザモジュールによれば、前記撓み防止手段を、レーザダイオードに最も近い側に位置する固定手段の側部少なくとも片側を含む固定手段搭載部材の光ファイバ長手方向に沿った領域に設けたものであるから、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率低下に最も影響を及ぼしやすい固定手段の配設領域におけるベースの撓みを抑制でき、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を効率的に抑制することができる。

【0169】さらに、第10の発明の半導体レーザモジュールによれば、撓み防止手段を固定手段搭載部材と一体部品により形成したものであるから、撓み防止手段を固定手段搭載部材と別部品により構成するときのような、撓み防止手段と固定手段搭載部材との接続による強度低下を回避でき、撓み防止手段によって効率的にベースの撓みを防止して、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を効率的に抑制することができる。

【0170】さらに、第11の発明の半導体レーザモジュールによれば、撓み防止手段を、固定手段搭載部材の底部から少なくとも上側に立設された壁部を光ファイバ長手方向に形成したものとしたので、撓み防止手段を簡単な構成で、しかも、ベースの撓みを効果的に抑制できる手段とすることができる。

【0171】さらに、第12の発明の半導体レーザモジュールによれば、固定手段搭載部材または固定手段搭載部、固定手段、撓み防止手段の少なくとも一つをFe-Ni-Co合金により形成したものであるから、光ファイバと線膨張係数が同程度であり、しかもレーザ溶接性に優れているFe-Ni-Co合金を用いて作業性良く半導体レーザモジュールを製造できるし、固定手段搭載部材や固定手段搭載部や撓み防止手段の光ファイバとの線膨張係数の違いによって光ファイバに悪影響を及ぼすことを抑制できる。

【0172】さらに、第13、14の発明の半導体レーザモジュールによれば、第1の光ファイバを支持する光ファイバ支持手段のレーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部を固定手段により固定する構成とし、光ファイバ支持手段のレーザダイオ

10

20

30

40

50

ドから遠い側の端部の固定構成を特徴的な構成にすることにより、第1の光ファイバとレーザダイオードとを短時間で的確に調心固定できるので、容易に短時間で作製できる半導体レーザモジュールとすることができる。

【0173】特に、第14の発明は、光ファイバ支持手段のレーザダイオードから遠い側の端部をガイド部にガイドされた固定部品により固定することで、第1の光ファイバの調心固定をより一層的確に行なうことができる。

【0174】また、第13、14の発明の半導体レーザモジュールによれば、第1の光ファイバを支持する光ファイバ支持手段のレーザダイオードに近い側の端部とレーザダイオードから遠い側の端部を固定手段により固定する（すなわち、第1の光ファイバをその長手方向に間隔を介した2点位置で固定する）ことにより、上記第1、第2、第6の発明の半導体レーザモジュールと同様に、第1の光ファイバの位置ずれを抑制することができる。

【0175】さらに、第15の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースをサーモモジュールにおける光ファイバ搭載側端部より光ファイバ長手方向に突出して設けているために、サーモモジュールに接触していない部分（ベースの突出部分）がサーモモジュールの撓みの影響を受けることを抑制でき、例えばこの部分に光ファイバの固定手段を搭載することにより、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率の低下を効率的に抑制することができる。

【0176】さらに、第16の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースの固定手段搭載部材をレーザダイオード搭載部材における光ファイバ搭載側端部よりも光ファイバ長手方向に突出して設けているために、この突出部分がレーザダイオード搭載部材の撓みの影響を受けることを抑制でき、例えばこの突出部分に光ファイバの固定手段を搭載することにより、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率低下を効率的に抑制することができる。

【0177】さらに、第17の発明の半導体レーザモジュールによれば、ベースのレーザダイオード搭載部材はレーザダイオードに近い側に位置する固定手段の下部側に形成された補強部を有しているために、例えばパッケージ基板に対し垂直な方向の振動が固定手段搭載部材に加えられたとしても、この振動の支点を上記固定手段よりもレーザダイオードから遠い側にすることができ、レーザダイオードと光ファイバとの光結合効率低下を抑制することができるし、前記補強部の下面をサーモモジュールに接触しないことにより、補強部がサーモモジュールの撓みの影響を受けることを抑制できる。

【0178】さらに、第18の発明の半導体レーザモジュールによれば、第1の光ファイバのレーザダイオードと反対側の端面を前記第1の光ファイバの光軸に対して

斜めに形成することにより、上記端面で反射した反射光がレーザダイオード側に戻ることを抑制できるので、出力が安定した半導体レーザモジュールとすることができる。

【0179】さらに、第19の発明の半導体レーザモジュールによれば、第2の光ファイバと該第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面との間に、前記レーザダイオードから出射される光を第2の光ファイバの先端側に集光する集光レンズを設けることにより、レーザダイオードと第2の光ファイバとを良好に光結合できる半導体レーザモジュールとすることができる。

【0180】さらに、第20の発明の半導体レーザモジュールによれば、第2の光ファイバと集光レンズとの間にコリメートレンズを設けることにより、レーザダイオードと第2の光ファイバとをより一層良好に光結合できる半導体レーザモジュールとすることができる。

【0181】さらに、第21の発明の半導体レーザモジュールによれば、第2の光ファイバに対向するレーザダイオード端面と集光レンズとの間にコリメートレンズを設け、該コリメートレンズと前記集光レンズとの間にアイソレータを設けることにより、第2の光ファイバ側からの反射光がレーザダイオード側に戻ることを確実に抑制でき、出力の安定した半導体レーザモジュールとすることができる。

【0182】さらに、第22の発明の半導体レーザモジュールによれば、集光レンズの入射側に光透過板を設け、該光透過板を前記集光レンズの光軸に対して斜めに配設することにより、集光レンズ側からの反射光がレーザダイオード側に戻ることを抑制でき、出力の安定した半導体レーザモジュールとすることができる。

【0183】さらに、第23の発明の半導体レーザモジュールによれば、第2の光ファイバの先端側にファイバレンズを形成し、該ファイバレンズの先端側とレーザダイオードのレーザ光出射端面とを対向配置することにより、レーザダイオードと第2の光ファイバとを良好に光結合できる半導体レーザモジュールとすることができる。

【0184】さらに、第24の発明のラマンアンプによれば、上記優れた効果を奏する本発明の半導体レーザモジュールを励起光源として用いることにより、高出力で波長安定性の良好な励起光源を有する、波長多重伝送に好適なラマンアンプとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る半導体レーザモジュールの第1実施形態例を示す要部構成図である。

【図2】上記実施形態例の半導体レーザモジュールのベース周辺要部構成を示す平面図である。

【図3】上記実施形態例におけるベースの構成を分解図により示す説明図である。

【図4】図3のA-A断面図である。

【図5】上記実施形態例に設けられている固定手段の斜視構成を示す説明図である。

【図6】上記実施形態例に設けられている第1の光ファイバのファイバレンズおよびその周辺構成を示す説明図である。

【図7】上記実施形態例におけるレーザダイオードの配設領域を示す斜視説明図である。

【図8】上記実施形態例における第2の光ファイバの配設部側の断面構成を簡略化して示す説明図である。

【図9】本発明に係る半導体レーザモジュールの第2実施形態例の要部構成を、パッケージを部分的に省略して示す斜視図である。

【図10】本発明に係る半導体レーザモジュールの第3実施形態例におけるレーザダイオードと第1の光ファイバの固定構成を示す斜視図である。

【図11】図10の平面図である。

【図12】上記第3実施形態例におけるベースの構成を分解図により示す説明図である。

【図13】本発明に係る半導体レーザモジュールの他の実施形態例におけるベース周辺構成を示す斜視図である。

【図14】本発明に係る半導体レーザモジュールの他の実施形態例における第1の光ファイバのファイバレンズ構成の説明図である。

【図15】本発明に係る半導体レーザモジュールの他の実施形態例における第2の光ファイバの説明図である。

【図16】従来の半導体レーザモジュール一例を示す断*

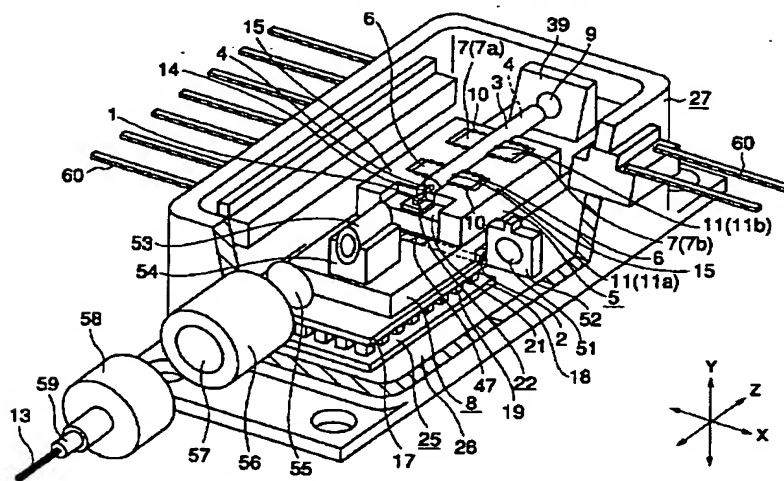
*面説明図である。

【図17】ペルチェ素子の構成(a)と、図16に示した半導体レーザモジュールの問題点(b)を示す説明図である。

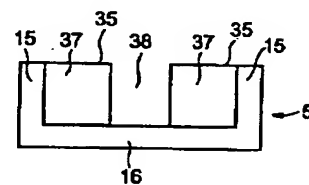
【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 ベース
- 3 スリーブ
- 4 第1の光ファイバ
- 5 固定手段搭載部材
- 6, 7 固定手段
- 8 レーザダイオード搭載部材
- 10 第1のレーザ溶接部
- 11 第2のレーザ溶接部
- 13 第2の光ファイバ
- 14 ファイバレンズ
- 15 撓み防止手段
- 17 ベース側板材
- 18 底板側板材
- 19 ペルチェ素子
- 20 補強部
- 25 サーマモジュール
- 30 他端
- 31 一端
- 33 軸線部
- 53 アイソレータ

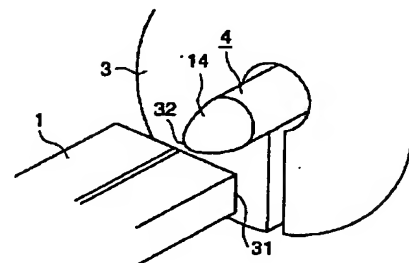
【図1】



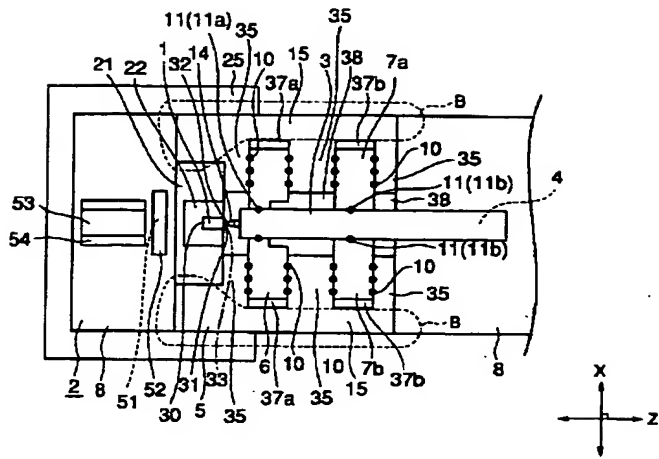
【図4】



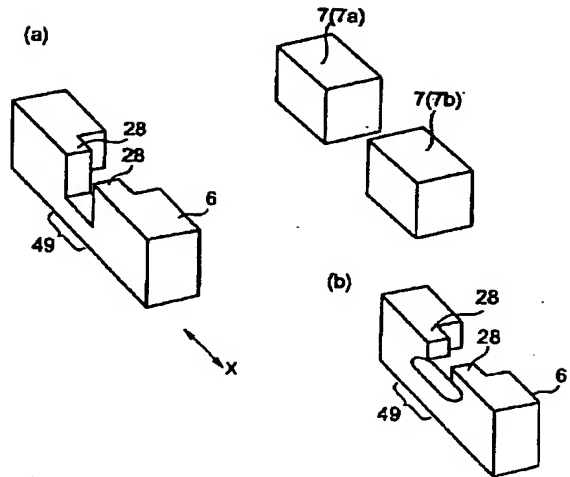
【図6】



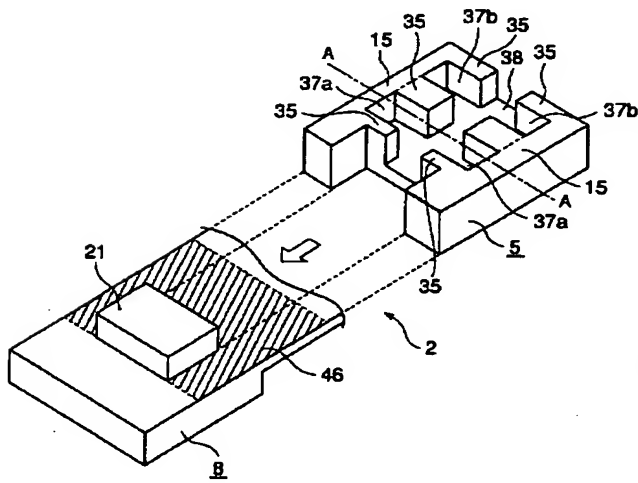
【図2】



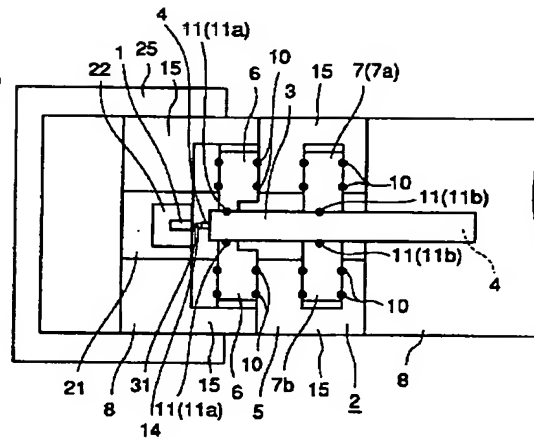
【図5】



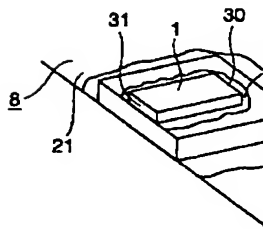
【図3】



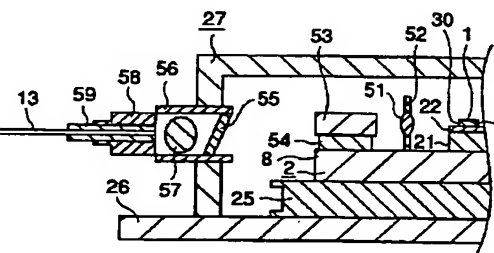
【図11】



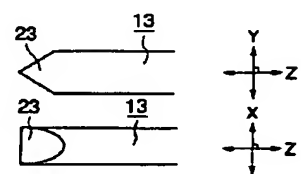
【図7】



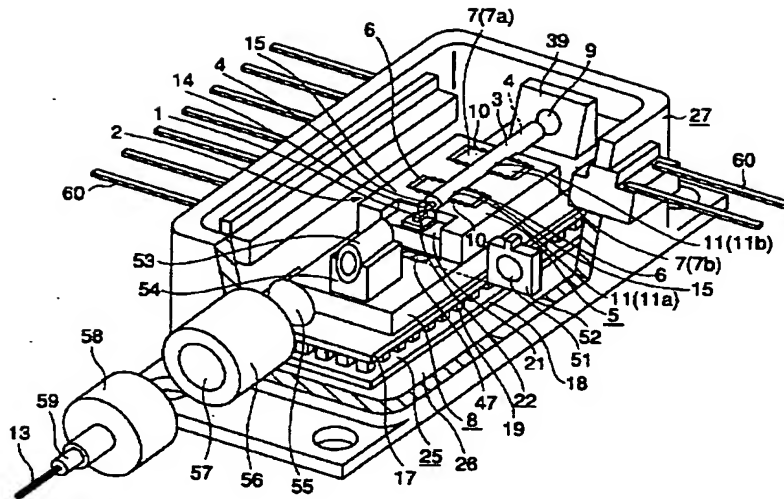
【図8】



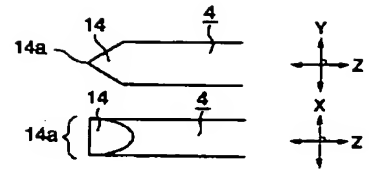
【図15】



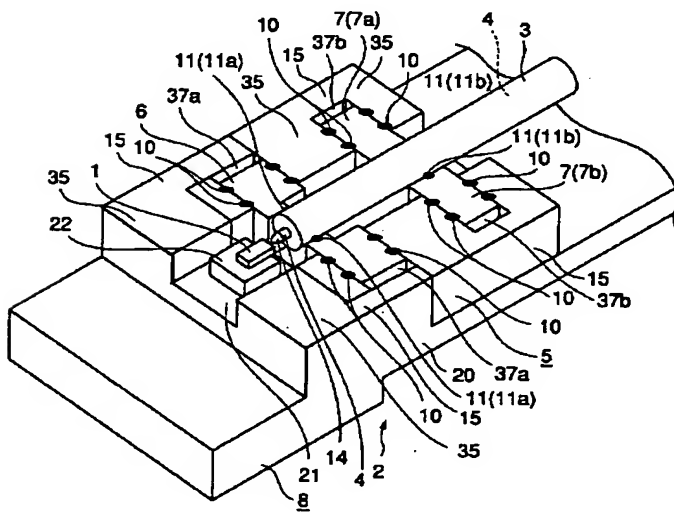
【図9】



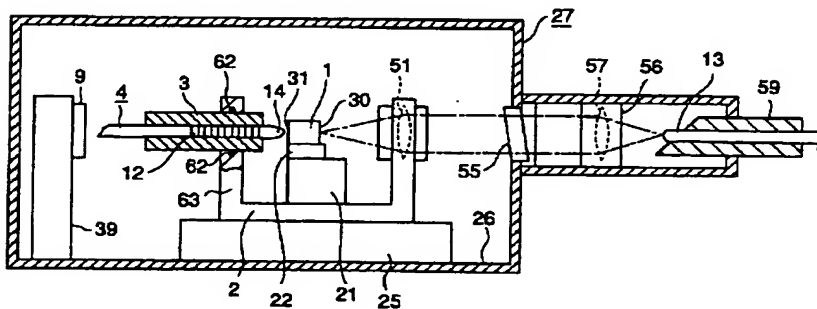
【図14】



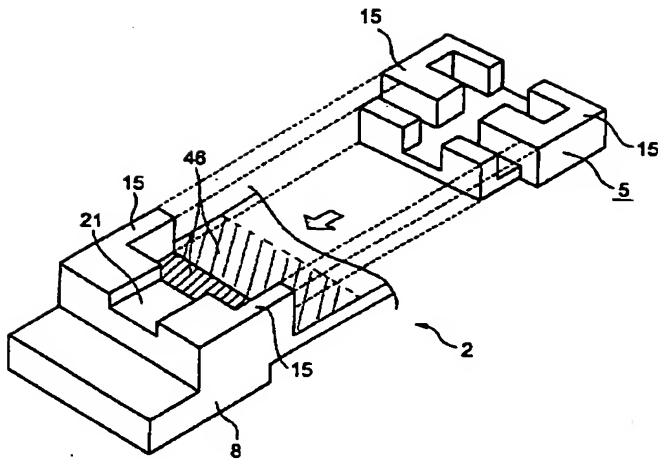
【図10】



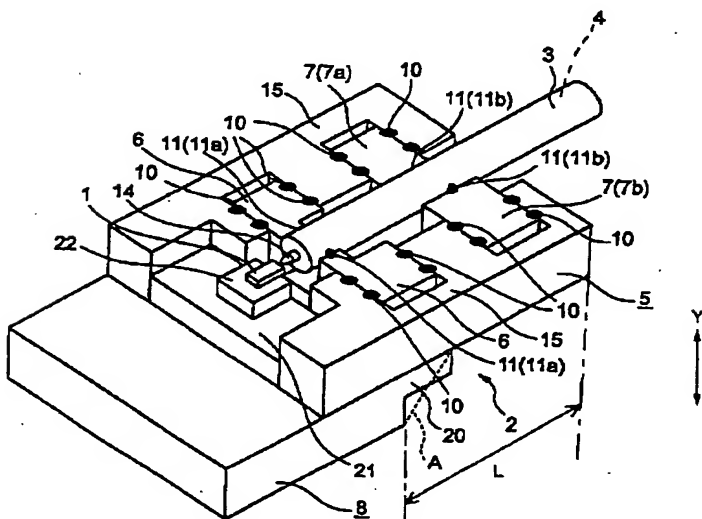
【図16】



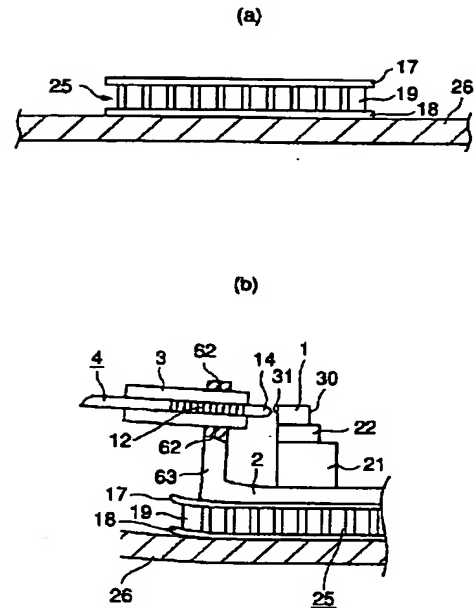
【図12】



【図13】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
H01S 5/024
5/14

識別記号

F I
H01S 5/14
3/094

テーマコード(参考)

S

(72)発明者 愛清 武
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 CA08 CA10 DA04
DA06
2K002 AA02 AB30 BA01 DA10 HA23
5F072 AB20 PP07 QQ07 YY17
5F073 AB21 AB25 AB27 AB28 AB30
BA09 EA03 FA02 FA07 FA25